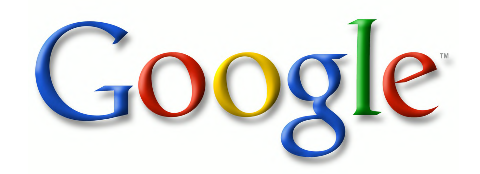
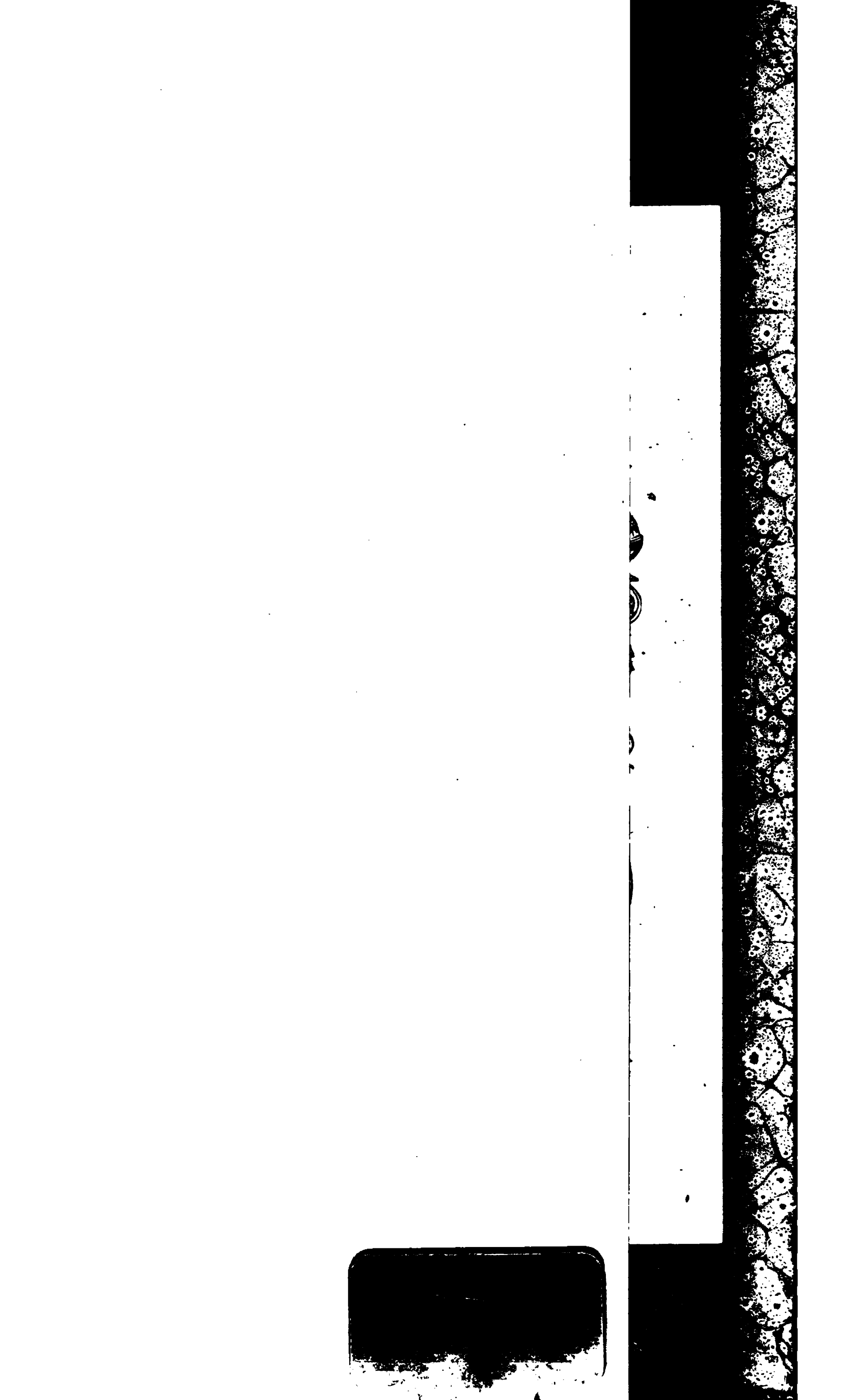

Google





COURS

DE

DESSIN INDUSTRIEL

TYPOGRAPHIE DE CH. LAHURE
Imprimeur du Sénat et de la Cour de Cassation
rue de Vaugirard, 9

COURS

DE

DESSIN INDUSTRIEL

A L'USAGE

DES ÉCOLES PRIMAIRES SUPÉRIEURES
DES COURS DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE ET DES OUVRIERS

PAR MM.

NORMAND FILS
Graveur, Membre de la Société libre des Beaux-Arts de Paris

DOULIOT
Professeur d'Architecture et de Construction

KRAFFT
Auteur de plusieurs traités de Charpente

OUVRAGE AUTORISÉ
PAR LE CONSEIL DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

TEXTE

TROISIÈME ÉDITION

PARIS
LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET Cie
RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14
(Près de l'École de médecine)

1857

COURS

DE

DESSIN INDUSTRIEL.

GÉOMÉTRIE PRATIQUE.

DU COMPAS.

(Planches 1 et 2.)

---

1. La Géométrie a pour objet tout ce qui est relatif à l'étendue et à la forme des corps. Les corps ont trois dimensions : *longueur*, *largeur* et *épaisseur*.

2. Ce qui limite l'étendue d'un corps et détermine sa forme est ce qu'on appelle sa *surface*. La surface d'un corps est donc ce qu'il offre à notre vue, à notre tact. Les surfaces n'ont point d'épaisseur; elles n'ont que deux dimensions : *longueur* et *largeur*.

3. L'intersection de deux surfaces est une *ligne ;* on appelle également *lignes* les bords ou extrémités des surfaces. Les lignes n'ont qu'une dimension : *la longueur*.

4. Les extrémités d'une ligne s'appellent *points*. Le lieu où deux lignes se coupent est aussi un *point*. Le point n'a aucune dimension.

5. Les lignes sont *droites* ou *courbes*. Il n'y a qu'une seule espèce de ligne droite ; mais il y a une infinité de lignes courbes différentes.

6. La *ligne droite* est le plus court chemin pour aller d'un point à un autre. Quant aux lignes courbes, elles ne sont ni droites ni composées de lignes droites.

7. Les surfaces sont *planes* ou *courbes*. Il n'y a qu'une seule espèce de surface plane; mais il y a une infinité de surfaces courbes différentes.

8. Une surface est *plane* lorsqu'une ligne droite peut coïncider avec elle dans toutes les directions. On lui donne souvent le nom de *plan*.

9. Les surfaces *courbes* ne sont ni planes ni composées de surfaces planes.

10. Deux points sont nécessaires et suffisants pour déterminer la position d'une ligne droite.

11. Si deux droites AB, AC (fig. 1) se rencontrent en un point A, leur écartement se nomme *angle*. Le point A où les deux droites se coupent est le *sommet* de l'angle; ces droites AB, AC elles-mêmes en sont les *côtés*.

Pour désigner un angle, on se sert de trois lettres, dont l'une est placée tout près du sommet et les deux autres le long des côtés. Quand on désigne un angle en écrivant ou en parlant, on a soin de toujours placer la lettre du sommet entre les deux autres : ainsi, par exemple, pour l'angle de la figure 1, on écrira et on dira l'angle CAB ou BAC.

Quand un même point ne sert de sommet qu'à un seul angle, la lettre qui y est placée suffit.

12. Si deux droites AB, DC (fig. 2) se rencontrent de

manière à former deux angles adjacents BDC, CDA égaux entre eux, chacun de ces angles s'appelle *droit*, et les deux droites AB, DC sont dites *perpendiculaires* l'une à l'autre.

13. Si l'on fixe une extrémité d'un fil à un plancher, et qu'à l'autre extrémité du fil on attache un poids quelconque, quand ces deux choses, abandonnées à elles-mêmes, seront en repos, le fil sera une ligne droite *verticale* ou *aplomb*. Toute ligne droite perpendiculaire à cette verticale sera *horizontale* ou de *niveau*.

Deux droites perpendiculaires ne sont pas toujours l'une verticale et l'autre horizontale : c'est-à-dire que deux droites perpendiculaires peuvent d'ailleurs être situées d'une manière quelconque dans l'espace.

14. Tout angle comme ACE (fig. 3), plus grand qu'un angle droit ACD, est dit *obtus*, et tout angle comme ECB, plus petit qu'un droit, est dit *aigu*.

15. Quand deux droites AB, CE (fig. 3), se rencontrent de manière à former deux angles inégaux, ces droites prennent le nom d'*obliques* l'une par rapport à l'autre.

16. Deux droites AB, CD (fig. 4), tracées dans le même plan, sont dites *parallèles* lorsqu'elles sont partout à égale distance l'une de l'autre, ou, ce qui revient au même, lorsqu'elles ne peuvent se rencontrer, quelque loin qu'on les prolonge l'une et l'autre.

17. On appelle *figure plane* une surface plane terminée de toutes parts par des lignes. Si ces lignes sont droites, la figure prend le nom de *polygone*. Les droites qui terminent le polygone s'appellent les *côtés*, et leur ensemble

forme le *contour* ou le *périmètre* du polygone. Les figures 5, 6, 7,.... 16 sont des polygones.

18. Les polygones sont *réguliers* ou *irréguliers*.

Ils sont *réguliers* quand ils ont les côtés et les angles égaux, et *irréguliers* dans le cas contraire.

19. Les polygones se distinguent encore par le nombre de leurs côtés. Le plus simple de tous a trois côtés; on l'appelle *trilatère*, à cause de ses trois côtés, ou *triangle*, à cause de ses trois angles. Celui qui a quatre côtés s'appelle *quadrilatère* ou *tétragone;* celui qui en a cinq, *pentagone;* six, *hexagone;* sept, *heptagone;* huit, *octogone*, et ainsi de suite. Au lieu de se servir de ces dénominations, on se contente souvent d'énoncer le nombre des côtés du polygone qu'on veut désigner.

20. Les triangles qui ont les trois côtés inégaux (fig. 5) se nomment *scalènes;* ceux qui ont deux côtés égaux AB, BC (fig. 6) sont *isocèles*, et ceux qui ont les trois côtés égaux (fig. 7) sont *équilatéraux*. Un triangle ABC (fig. 8) est dit *rectangle* quand il a un angle droit C; *obtusangle*, quand (fig. 5) il a un angle obtus B, et enfin *acutangle*, quand tous ses angles sont aigus (fig. 6 et 7).

21. Le côté AB (fig. 8) opposé à l'angle droit C d'un triangle rectangle ABC se nomme *hypoténuse;* on appelle *cathètes* les côtés AC, BC de l'angle droit.

22. Parmi les quadrilatères, on distingue le *carré* (fig. 9), qui a tous ses côtés et ses angles égaux; le *rectangle* (fig. 10), qui a les côtés opposés égaux et tous ses angles droits; la *losange* (fig. 11), qui a ses côtés égaux sans avoir ses angles droits; le *trapèze* (fig. 12), qui a deux de ses côtés AB, CD parallèles; le *parallélogramme* (fig. 13), dont les côtés opposés sont parallèles; enfin, le *quadrilatère quelconque* (fig. 14).

Le carré, le rectangle et la losange sont des *parallélogrammes*, aussi bien que la figure 13; mais on leur donne les noms ci-dessus, à cause de leur forme particulière.

23. On appelle *diagonale* une droite AC (fig. 14) qui joint deux sommets, non adjacents, dans un polygone quelconque.

24. On nomme *hauteur* d'un triangle quelconque la perpendiculaire BD (fig. 5) abaissée du sommet B du triangle sur le côté opposé AC, qui prend alors le nom de *base.* Tout côté du triangle peut servir de base.

25. La *hauteur* d'un parallélogramme ou d'un trapèze quelconque (fig. 12 et 13), est la ligne droite EF, menée perpendiculairement entre deux côtés opposés AB, CD.

26. On appelle *cercle* (fig. 17) une figure plane terminée de toutes parts par une ligne courbe ABDC, dont tous les points sont à égale distance d'un point O intérieur qu'on appelle le *centre.* La ligne courbe ABDC, qui limite le cercle, se nomme sa *circonférence.*

27. Toute droite comme OA (fig. 17), qui va du centre à la circonférence, est un *rayon;* d'après la définition du cercle, tous les rayons sont égaux entre eux.

28. Toute droite comme BC (fig. 17), qui passe par le centre O, et qui se termine de part et d'autre à la circonférence, est un *diamètre;* les diamètres, se composant de deux rayons, sont tous égaux entre eux.

29. On appelle *arc de cercle*, toute portion DE (fig. 17) de la circonférence. La droite DE, qui joint les extrémités D et E d'un arc quelconque DE, se nomme *corde* ou *soustendante.*

30. Une droite comme GH (fig. 17), qui traverse le cercle sans s'y arrêter, est une *sécante*.

31. On nomme *tangente à un cercle*, une droite AF (fig. 17) qui ne touche la circonférence qu'en un seul point A.

32. On divise la circonférence d'un cercle, quel que soit son rayon, en 360 parties égales qu'on appelle *degrés;* chaque degré en 60 parties égales qu'on appelle *minutes;* chaque minute en 60 parties égales qu'on appelle *secondes*, et ainsi de suite.

Les degrés, minutes, secondes, etc., servent à mesurer les angles. On se sert pour cet objet d'un instrument représenté par la figure 18, auquel on donne le nom de *rapporteur*. Il est en corne ou en cuivre; en corne, il est plus commode, parce que, la corne étant transparente, en appliquant l'instrument sur le papier, on a l'avantage de voir les lignes au travers, et de pouvoir, en conséquence, mesurer les angles sans compas.

Nota. Il est nécessaire que l'élève apprenne parfaitement les définitions précédentes, avant de passer à ce qui suit.

PROBLÈMES A EXÉCUTER AVEC LA RÈGLE ET LE COMPAS.

33. *On donne une droite* AB (fig. 19), *et on demande d'élever une perpendiculaire* CD (nº 12) *au milieu de cette droite.*

Solution. A chaque extrémité A et B de la droite donnée AB, on placera la pointe du compas, et, avec une même ouverture plus grande que la moitié de la longueur de la droite donnée AB, on décrira deux arcs de cercle qui se couperont aux points C et D; par ces points on mènera la droite CD, qui sera la perpendiculaire demandée.

34. *D'un point* C (fig. 20) *donné hors d'une ligne droite* AB, *on demande d'abaisser une perpendiculaire à cette droite.*

Solution. Du point donné C, comme centre, on décrira un arc de cercle AB qui coupera en deux points A, B la droite donnée AB; de ces deux points A, B, comme centres, et avec un rayon plus grand que la moitié de AB, on décrira deux arcs de cercle qui se couperont en un point D; par ce point et le point donné C on mènera la droite DC qui sera la perpendiculaire demandée.

35. *Par un point* B *donné à l'extrémité d'une ligne droite* AB (fig. 21), *on demande d'élever une perpendiculaire à la droite* AB.

Solution. D'un point O, pris à volonté hors de la droite donnée, comme centre, et avec une ouverture de compas égale à la distance BO de ce point O au point donné B, on décrira un arc de cercle plus grand qu'une demi-circonférence; cet arc coupera la droite donnée AB en un point A; par ce point et le centre O, on mènera le diamètre AOC, et, par l'extrémité C de ce diamètre et le point donné B, la droite CD, qui sera la perpendiculaire demandée.

36. *D'un point* D (fig. 22) *donné hors d'une ligne droite* AB, *et vers son extrémité, on demande d'abaisser une perpendiculaire à la droite donnée* AB.

Solution. D'un point quelconque C de la droite donnée AB, comme centre, et avec une ouverture de compas égale à la distance de ce point C au point D, on décrira un arc de cercle DE; d'un autre point quelconque A de la droite donnée AB, comme centre, et avec une ouverture de compas égale à la distance de ce point A au point donné D, on décrira un arc de cercle DE qui coupera le premier en un point E; par ce point et le point donné D, on mènera une droite DE, qui sera la perpendiculaire demandée.

37. *On demande le nombre de degrés d'un angle donné.*

SOLUTION. On posera le rapporteur de corne (fig. 18) sur cet angle, de manière que le centre de l'instrument soit au sommet O de l'angle, et qu'un côté de ce dernier coïncide avec le diamètre du rapporteur; le nombre de degrés demandés sera celui auquel l'autre côté de l'angle répondra sous l'instrument. Pour l'angle DOC, ce nombre est 40 degrés.

38. *On demande de construire un angle égal à un angle donné* cab (fig. 23).

SOLUTION. On mènera, où l'on voudra, une ligne droite indéfinie AB; on marquera à volonté le point A sur cette droite, comme devant être le sommet de l'angle demandé; de ce point A, comme centre, on décrira, avec un rayon arbitraire, un arc de cercle indéfini BC; du sommet *a* de l'angle donné, et avec le même rayon, on décrira l'arc de cercle *bc* entre les côtés de cet angle *bac;* on prendra avec le compas la grandeur de *bc,* que l'on portera de B en C sur l'arc BC, ce qui donnera le point C; par ce point et le point A, on mènera la droite AC qui fera, avec la droite AB, l'angle CAB égal à *cab.*

REMARQUE. S'il s'agissait de faire un angle d'un nombre de degrés déterminé, on conçoit facilement comment, au moyen d'un rapporteur, on résoudrait la question.

39. *Diviser un angle donné* ABC (fig. 24) *en deux parties égales.*

SOLUTION. Du sommet B de l'angle donné comme centre, et avec un rayon arbitraire, on décrira un arc de cercle AC entre les côtés de cet angle; des points A et C, où l'arc rencontre les côtés de l'angle, comme centres, et avec une ouverture de compas plus grande que la moitié de AC, on décrira deux arcs de cercle qui se couperont au point D; par ce point et le sommet B, on mènera la droite BD qui divisera l'angle donné ABC en deux autres ABD, CBD égaux entre eux.

40. *Par un point* D (fig. 25) *mener une droite parallèle* (nº 16) *à une droite donnée* AB.

Solution. Du point donné D, comme centre, et avec un rayon arbitraire plus grand que la distance de ce point D à la droite AB, on décrira un arc de cercle indéfini BC; du point B, où l'arc CB rencontrera la droite AB, comme centre, et avec le premier rayon, on décrira l'arc AD; on fera BC égal à AD, et par les points C et D, on mènera la droite DC, qui sera la parallèle demandée.

Remarque. Ce procédé, conforme aux principes de la Géométrie, est trop long dans la pratique. On expédie bien plus vite en se servant d'une règle AB (fig. 26) et d'une équerre *abc*, *a'b'c'*, qu'on fait glisser le long de la règle, après avoir ajusté un côté de l'équerre avec la droite *ac*, à laquelle on veut mener une ou plusieurs parallèles. On se sert aussi avec avantage d'un instrument en forme de T (fig. 27) composé de deux règles, *ab* et *cd* ou *a'b'* et *c'd'*, dont une, *ab* ou *a'b'*, est plus courte et plus épaisse que l'autre, et que l'on fait glisser sur les bords d'une planche à dessiner ABCD.

41. *On donne trois points* A, B, C (fig. 28), *non situés en ligne droite, et on demande de faire passer une circonférence de cercle par ces trois points.*

Solution. On joindra les points donnés par les droites AB, BC, au milieu de chacune desquelles on élèvera une perpendiculaire (nº 33) FD, ED, et le point D, où ces deux perpendiculaires se rencontreront sera le centre du cercle demandé, dont le rayon sera DA ou DB ou DC.

Remarque. S'il s'agissait de trouver le centre d'un cercle donné, on prendrait trois points à volonté sur la circonférence de ce cercle, et on opérerait ensuite comme dans le problème précédent.

42. *Par un point* A (fig. 29) *donné sur la circonférence d'un cercle, mener une tangente* AB *à cette circonférence.*

SOLUTION. On mènera le rayon IA au point donné A sur la circonférence, qu'on appelle le *point de contact;* on mènera, à l'extrémité A de ce rayon, une perpendiculaire BE par le procédé du nº 35; ce sera la tangente demandée.

43. *Par un point* D (fig. 30) *donné hors d'un cercle, mener une tangente à la circonférence.*

SOLUTION. On joindra le point donné D et le centre O du cercle par une droite DO; on prendra le milieu I de cette droite, comme centre, et, avec le rayon IO, on décrira une circonférence ABD, qui rencontrera la circonférence donnée en deux points A et B; ce seront les points de contact des deux tangentes DA, DB.

44. *Mener une tangente à un cercle* (fig. 31), *parallèlement à une droite donnée* AB.

SOLUTION. Par le centre C du cercle donné, on mènera une perpendiculaire CD à la droite donnée AB; par l'un des points E, où cette perpendiculaire rencontrera la circonférence du cercle, on mènera une parallèle GF à la droite donnée AB, et cette droite GF sera la tangente demandée.

REMARQUE. On voit encore ici qu'il y a deux tangentes qui satisfont à la question.

45. *Mener une tangente à la circonférence d'un cercle, perpendiculairement à une droite donnée* AB (fig. 32).

SOLUTION. Par le centre C du cercle donné, on mènera une parallèle CE à la droite donnée AB, et par le point E où cette parallèle CE rencontrera la circonférence donnée, on mènera une perpendiculaire ED à la droite donnée AB; ce sera la tangente demandée.

46. *Deux droites* AB, CD *sont parallèles* (fig. 34), *et sont coupées par une troisième* AC; *on demande de décrire un cercle qui soit tangent à ces trois droites.*

SOLUTION. On divisera les angles BAC, ACD en deux par-

ties égales, par les droites AE, CE qui se couperont en un point E ; ce sera le centre du cercle demandé. Pour avoir le rayon, on abaissera, du point E, une perpendiculaire EB, ou EG, ou EF sur l'une des trois droites données, et cette perpendiculaire sera le rayon demandé.

47. *Inscrire un cercle dans un triangle donné* ABC (fig. 33).

Solution. On divisera deux angles de ce triangle en deux parties égales par les droites AD, CD, qui se couperont en un point D ; ce sera le centre du cercle demandé.

On trouvera le rayon DE, ou DG, ou DF comme ci-dessus.

48. *Trois droites* DA, AB, BC (fig. 35), *se rencontrent d'une manière quelconque ; on demande de décrire un cercle qui soit tangent à ces trois droites.*

Solution. On divisera encore les angles formés par ces droites en deux parties égales par les droites AE, BE ; elles se couperont en un point E, qui sera le centre du cercle demandé. Quant au rayon EH, ou EG, ou EF, on l'obtiendra comme ci-dessus.

49. *On donne un cercle dont le centre est le point* C (fig. 36 et 37) ; *sur la circonférence de ce cercle, on donne un point* A, *et en dehors* (fig. 36) *ou en dedans* (fig. 37), *on donne un point* B ; *on demande de décrire un cercle qui passe par le point* B, *et qui soit tangent en* A, *au cercle donné.*

Solution. On mènera une droite AB par les points A et B; au milieu de cette droite AB on élèvera une perpendiculaire ED ; par le centre C du cercle donné et par le point A, on mènera la droite CA, qu'on prolongera jusqu'à ce qu'elle rencontre la droite ED au point D; ce sera le centre du cercle demandé, dont le rayon sera DA.

50. On appelle *anse de panier* une espèce de demi-ellipse ACB (fig. 38) formée par trois arcs de cercle AO, OM et MB,

dont deux AO et MB sont égaux. Ces trois arcs se raccordent de manière à ne former aucun pli ou jarret.

Pour tracer cette courbe, dans le cas où l'on donne le diamètre AB et la *flèche* IC, on prend arbitrairement sur le diamètre AB les points E et L à égale distance du point I, milieu de AB; on fait CF égal à BE; on mène la droite EF par les points E et F; au milieu de cette droite on élève une perpendiculaire GH, qui va rencontrer la droite CI, prolongée, en un point H; par ce point, et les points E et L, on mène les droites HE et HL, indéfinies; des points E et L, comme centres, et avec un même rayon égal à EB, on décrit les arcs BM, AO; du point H, comme centre, et avec le rayon HO, on décrit l'arc OM, qui se raccorde avec les deux premiers, et termine l'*anse de panier*.

Remarque. En répétant une pareille courbe ADB au-dessous de la première, on formerait une espèce d'ellipse que quelques personnes appellent *ovale*. On peut faire des anses de panier ou des ovales différents sur les mêmes axes AB et CD, puisque le point E peut être pris arbitrairement, pourvu que la distance BE soit plus petite que le demi-petit axe IC.

S'il s'agissait de mener une tangente par un point donné sur une anse de panier, il suffirait de considérer l'arc de cercle sur lequel le point donné serait situé, et d'opérer ensuite comme pour le cercle.

51. Soient AE et BF (fig. 39) deux droites verticales, et AB une oblique à l'horizon; la courbe ADB, qui prend naissance aux points A et B, de manière à être tangente aux deux verticales AE, BF, est ce qu'on appelle un *arc rampant*. Cette courbe peut être composée d'arcs de cercle. La distance CD doit être égale à la moitié AC de AB, qui est la *ligne de rampe*, et la droite DC doit être parallèle à BF.

52. *Soient les verticales* AE, BF (fig. 39) *et la ligne de*

rampe AB; *proposons-nous de décrire un arc rampant par deux arcs de cercle.*

Solution. On divisera la ligne de rampe AB en deux parties égales au point C, par lequel on mènera la droite CD parallèle à la verticale AE; on fera CD égal à AC; on joindra les points B et D par une droite BD, au milieu de laquelle on mènera une perpendiculaire HG; cette perpendiculaire ira rencontrer, en un point G, la droite BG, menée par le point B perpendiculairement à la droite BF; on joindra pareillement les points D et G; la droite DG ira rencontrer, au point I, la droite AI, menée par le point A perpendiculairement à la droite AE; du point G, comme centre, et avec le rayon GB, on décrira l'arc de cercle BD; enfin du point I, avec le rayon ID, on décrira l'arc DA, qui terminera l'arc rampant demandé.

53. *On donne un cercle* abcd (fig. 40), *et on demande d'inscrire et de circonscrire un carré à ce cercle.*

Solution. 1° Pour tracer le carré inscrit, on mènera deux diamètres *ac*, *bd*, perpendiculaires l'un à l'autre, et on joindra les extrémités de ces diamètres par les droites *ab*, *bc*, *cd* et *da*, qui seront les côtés du carré demandé.

2° Pour tracer le carré circonscrit, on mènera de même deux diamètres *ac*, *bd*, perpendiculaires entre eux, et aux extrémités de ces diamètres on mènera au cercle les tangentes AB, BC, CD et DA, qui seront les côtés du carré demandé.

Si l'on voulait inscrire ou circonscrire un octogone, après avoir mené les diamètres *ac*, *bd*, perpendiculaires entre eux, on diviserait chacun des arcs *ab*, *bc*, *cd* et *da* en deux parties égales, et par les points de division on mènerait des cordes qui seraient les côtés de l'octogone inscrit, ou des tangentes qui seraient les côtés de l'octogone circonscrit.

De l'octogone on passerait aux polygones de 16, 32, 64, 128, etc., côtés, soit inscrits, soit circonscrits, en divisant en deux parties égales les arcs de cercle qui répondent aux côtés de l'octogone, ces nouveaux arcs en deux parties égales, et ainsi de suite, aussi loin qu'on le voudra, et en menant des cordes par les points de division pour les polygones inscrits et des tangentes pour les polygones circonscrits.

54. *Inscrire un hexagone dans un cercle donné* (fig. 41).

SOLUTION. On prendra le rayon GD du cercle donné, que l'on portera six fois sur la circonférence; il y sera contenu six fois juste; on joindra ensuite les six points A, B, C, D, E et F par les droites AB, BC, CD, DE, EF et AF, et le polygone sera décrit.

Si l'on mène les droites BF, BD et DF, qui sous-tendent des arcs doubles de ceux sous-tendus par les côtés de l'hexagone, ces droites BF, BD et DF, seront les côtés du triangle équilatéral inscrit.

Si l'on divise les arcs sous-tendus par les côtés de l'hexagone en deux parties égales, ces nouveaux arcs en deux parties égales, et ainsi de suite, on aura les polygones inscrits de 12, 24, 48, 96, etc., côtés.

Si l'on voulait circonscrire un hexagone au cercle (fig. 44), après avoir fixé les points A, B, C, D, etc., en portant six fois le rayon sur la circonférence, on mènerait par ces points des tangentes au cercle, et le polygone serait décrit. Dorénavant, afin d'abréger, nous ne parlerons que des polygones inscrits.

55. *Inscrire un décagone régulier dans un cercle donné.*

SOLUTION. On mènera un rayon quelconque AB (fig. 42), à l'extrémité duquel on élèvera la perpendiculaire BD, qu'on fera égale à la moitié de ce rayon AB; du point D, comme centre, et avec le rayon DB, on décrira l'arc BC; on prendra

une ouverture de compas égale à AC, et on la portera dix fois sur la circonférence du cercle, ce qui donnera les points E, F, G, H, I, K, L, M et N, que l'on joindra par les droites BE, EF, FG, GH, HI, IK, KL, LM, MN et NB.

Supposons que BD (fig. 43) soit le côté du décagone et BC celui de l'hexagone; si l'on prend une ouverture de compas égale à DC, on pourra la porter quinze fois sur la circonférence; de sorte qu'en fixant de cette manière quinze points D, C, E, F, etc., sur cette circonférence, et en joignant ces quinze points par les droites DC, CE, EF, etc., on inscrira un polygone de quinze côtés ou un *pentédécagone.*

56. L'inspection de la figure 45 suffit pour faire voir ce qu'il y aurait à faire si l'on voulait décrire des polygones réguliers semblables les uns dans les autres.

57. *Un côté* M (fig. 46) *et deux angles* a *et* b *d'un triangle étant donnés, on demande de construire ce triangle.*

SOLUTION. On mènera une droite AB égale au côté donné M; par les extrémités A et B de cette droite, on mènera les droites AC, BC, de manière que les angles BAC, ABC, soient respectivement égaux aux angles donnés *a* et *b*, en opérant comme il a été dit au n° 38, et le triangle demandé sera ABC.

58. *On donne un angle* a *d'un triangle* (fig. 47) *et les deux côtés* M, N *qui le comprennent, et on demande de construire ce triangle.*

SOLUTION. On fera un angle BAC égal à l'angle donné *a;* on fera les côtés AB, AC de cet angle respectivement égaux aux côtés donnés M, N; on joindra les points B et C par la droite BC, et le triangle demandé sera ABC.

59. *On donne les trois côtés* M, N, P (fig. 48) *d'un triangle, et l'on demande de construire ce triangle.*

SOLUTION. On mènera une droite AB, qu'on fera égale au côté M; du point A, comme centre, et avec un rayon égal au côté N, on décrira un arc de cercle; du point B, comme centre, et avec un rayon égal au troisième côté P, on décrira un arc, qui coupera le premier au point C; par ce point et les points A et B, on mènera les droites CA, CB, et le triangle demandé sera ABC.

60. *On donne l'angle* a *d'un parallélogramme* (fig. 49), *et les deux côtés* M, N, *qui le comprennent; on demande de construire ce parallélogramme.*

SOLUTION. On fera un angle DAB égal à l'angle donné *a*; on fera les côtés AB, AD, de cet angle, respectivement égaux aux côtés donnés M, N; par le point B, on mènera la droite BC parallèle à AD; par le point D, on mènera la droite DC parallèle à AB, et le parallélogramme demandé sera ABCD.

61. *On donne une figure* abcdefgh *d'une forme quelconque* (fig. 50), *et on demande d'en faire une autre parfaitement égale.*

SOLUTION. On mènera une droite *a'e'* dans la direction et à la place qu'on voudra, dans la figure donnée ou à côté; par tous les sommets de cette figure, on abaissera les droites *aa'*, *cc'*, *dd'*, *ee'*, *ff'*, *gg'*, *hh'*, de manière qu'elles soient parallèles entre elles, et qu'elles rencontrent toutes la droite *a'e'*, obliquement ou perpendiculairement. Cela fait, on mènera la droite A'E' où l'on voudra; à partir du point A', on fera les distances A'B, A'H', A'G', A'C', A'F', A'D' et A'E', respectivement égales aux distances *a'b*, *a'h'*, *a'g'*, *a'c'*, *a'f'*, *a'd'* et *a'e'*; par les points A', H', G', C', F', D', E', on mènera des droites parallèles entre elles, et de manière qu'elles fassent, avec la droite A'E', le même angle que les droites *a'a*, *g'g*, etc., font avec la droite *a'e'*; on prendra ensuite les longueurs A'A, H'H, G'G, C'C, F'F, D'D

et E'E respectivement égales aux longueurs *a'a*, *h'h*, *g'g*, *c'c*, *f'f*, *d'd* et *e'e;* enfin, on joindra les points A, B, C, D, E, F, G, H par des droites, et on aura la figure ABCDEFGH égale à la figure donnée *abcdefgh*.

62. *Supposons une figure quelconque* (fig. 51) ABCDEFGHI..., *et proposons-nous d'en faire une autre parfaitement égale.*

Solution. On tracera, comme dans la figure précédente, une ligne de base PQ quelconque, à laquelle on élèvera tant de perpendiculaires PA, KI, LH, MG, QF, etc., qu'on voudra ; on mènera la base *pq*, sur laquelle on fera les distances *pk*, *pl*, *pm*, *pq*, etc., respectivement égales à PK, PL, PM, PQ, etc. ; des points *p*, *k*, *l*, *m*, *q*, etc., on élèvera des perpendiculaires indéfinies à la droite *pq;* on fera *pa* égale à PA, *kb* égale à KB, *lc* égale à LC, etc., et par les points *a*, *b*, *c*.... on fera passer à la main la courbe *abcd*..., qui sera la figure demandée.

Il faut mener les perpendiculaires à la ligne de base PQ par tous les points où la courbe présente quelque accident, quelque inflexion, afin de reproduire cet accident, cette inflexion dans la copie.

63. On appelle *échelle* une ligne droite, d'une longueur quelconque, prise à volonté, et divisée de la même manière que l'unité de longueur adoptée parmi toutes celles qui sont en usage. Les parties de l'échelle prennent les mêmes noms que les subdivisions de l'unité dont il s'agit.

Ainsi, par exemple, s'il s'agit de la toise, et que la longueur de la droite AC (fig. 52) soit l'échelle d'une toise, le sixième AE de AC sera celle d'un pied ; le douzième de AE sera celle d'un pouce, etc. ; si l'on a besoin de plusieurs toises de l'échelle, on portera la toise AC de C en D, etc., sur le prolongement de AC, autant de fois qu'on voudra avoir de toises. Après avoir divisé la toise AC en

six parties égales, et l'une AE de ces six parties en douze parties égales, on numérotera ces divisions et subdivisions comme on le voit dans la figure 52, et l'échelle sera terminée.

S'il était question du mètre, et que la droite AC (fig. 53) représentât le mètre, le 10e AE de AC représenterait le décimètre, etc. Si l'on a besoin de plusieurs mètres de l'échelle, on portera le mètre AC de C en D, de D en B, etc., sur le prolongement de AC autant de fois qu'on voudra avoir de mètres. Après avoir divisé le mètre AC en dix parties égales, etc., on numérotera ces divisions et subdivisions comme on le voit dans la figure 53, et l'échelle sera terminée.

Lorsque les parties principales d'une échelle sont petites, et qu'il faut les subdiviser en un grand nombre de parties égales, on peut s'y prendre de la manière suivante, pour que chaque subdivision soit appréciable.

Supposons qu'on veuille faire une échelle de pied, que la longueur du pied soit la droite AC (fig. 54) et qu'on veuille pousser les subdivisions jusqu'aux lignes : parallèlement à la droite AC, on mènera douze droites à égales distances entre elles ; par les extrémités A et C de la droite AC, on élèvera les perpendiculaires AD, CE ; on divisera AC et DE chacun en douze parties égales, et ensuite, par le point C et le point n° 1 de DE, on mènera une droite ; par le point n° 1 de AC et le point n° 2 de DE, on mènera une droite ; par le point n° 2 de AC et le point n° 3 de DE, on mènera une droite, et ainsi de suite dans le même ordre, jusqu'à la droite menée par le point n° 11 de AC et le point D. L'inspection de la fig. 54 fait voir comment on continuerait l'échelle, s'il fallait plusieurs pieds.

Supposons qu'on veuille prendre 1 pied 6 pouces et 5 lignes sur cette échelle (fig. 54), on cherchera la parallèle à AD qui est cotée 1, on montera sur cette droite jusqu'à la

parallèle à AB, qui est cotée 5, et on mettra la pointe du compas sur le point *b*. Ensuite on ouvrira le compas jusqu'au point *a*, situé à la fois sur l'horizontale cotée 5, 5, et sur la droite qui va du point 6 de AC au point 7 de DE.

Enfin, si AC (fig. 55) était un mètre, et qu'on voulût pousser les subdivisions jusqu'aux centimètres, on mènerait dix parallèles à AC à égales distances entre elles, et on diviserait AC en dix parties égales; du reste, on opérerait comme ci-dessus.

64. *On demande un triangle* (fig. 56), *semblable à un autre* ABC *donné, les grandeurs relatives de ces triangles étant déterminées par les échelles* DE, de, *divisées de la même manière.*

Solution. On mènera une droite quelconque *ab*, qu'on fera égale à autant de parties de l'échelle *de* que le côté AB contient de parties de l'échelle DE, et du point *a*, comme centre, avec un rayon égal à autant de parties de l'échelle *de*, que le côté AC contient de parties de l'échelle DE, on décrira un arc de cercle; enfin, on prendra une ouverture de compas égale à autant de divisions de l'échelle *de*, que le côté BC contient de parties de l'échelle DE, et du point *b*, comme centre, on décrira un arc de cercle qui coupera le premier au point *c*; par ce point et les points *a* et *b* on mènera les droites *ca*, *cb*, et le triangle demandé sera *abc*.

Si l'on donnait le côté *ab*, on pourrait construire le triangle *abc*, sans se servir d'échelle, en faisant les angles *cab*, *abc*, respectivement égaux aux angles CAB, ABC.

65. *On donne un polygone* ABCDE (fig. 57), *et on demande de construire un polygone semblable sur la droite* ab, *prise comme côté correspondant au côté* AB *du polygone donné.*

Solution. On commencera par décomposer le polygone donné en triangles ABC, ACD et ADE, et ensuite, par l'un des moyens donnés ci-dessus, sur la droite *ab* on fera le

triangle *abc* semblable au triangle ABC; sur le côté *ac* on fera le triangle *acd* semblable au triangle ACD, et sur le côté *ad* on fera le triangle *ade* semblable au triangle ADE, et on aura le polygone *abcde* demandé.

66. *On donne une figure quelconque* (fig. 58) ABCDEFGH, *et on demande une figure qui lui soit semblable, d'après deux échelles données, l'une pour la figure donnée, et l'autre pour la figure demandée.*

Solution. Pour cela, on mènera une base quelconque H'D'; des points les plus remarquables de la figure donnée, tels que les points A, B, C, D, etc., on abaissera les perpendiculaires AA', BB', CC', etc., sur la ligne de base H'D'; à part, on mènera la droite *h'd'*, et à partir d'un point *h'* pris à volonté, on fera les distances *h'a'*, *h'g'*, *h'b'*, *h'e'*, etc., respectivement égales à autant de parties de l'échelle relative à la figure demandée, que les distances respectives H'A', H'G', H'B', H'E', etc., contiennent de parties de l'échelle relative à la figure donnée; ensuite par les points *h'*, *a'*, *g'*, etc., on élèvera, à la droite *h'd'*, les perpendiculaires *h'h*, *a'a*, *g'g*, *b'b*, etc., qu'on fera respectivement égales à autant de parties de l'échelle relative à la figure demandée, que les droites H'H, A'A, G'G, etc., contiennent de parties de l'échelle relative à la figure donnée, et on joindra les points *h*, *a*, *b*, *c*, etc., par des droites, si la figure est un polygone, ou par une ligne courbe, dans le cas contraire.

Par le même moyen on serait parvenu à faire la figure *abcde*.... (fig. 51) semblable à la figure ABCDE...., au lieu de la faire égale.

67. Si deux droites, AB, CD (fig. 59), sont mutuellement perpendiculaires l'une au milieu de l'autre, de sorte que IA égale IB, et que ID égale IC, ces deux droites pourront être regardées comme les deux *axes* d'une courbe qu'on appelle *ellipse*. Le point I, où les deux axes se coupent, est le *centre*

de l'ellipse. Les deux axes d'une ellipse sont toujours inégaux; s'ils étaient égaux, l'ellipse serait changée en un cercle. Supposons que AB soit plus grand que DC; si de l'extrémité D du petit axe, comme centre, et avec un rayon égal au demi-grand axe AI, on décrit un arc de cercle FF′ qui coupe le grand axe AB en deux points F et F′, ces deux points seront ce qu'on appelle les *foyers* de l'ellipse. Ainsi, quand on aura les deux axes d'une ellipse, on en aura facilement les foyers.

L'ellipse jouit d'une propriété remarquable qui consiste en ce que si, par un quelconque de ses points, H, on mène les droites HF, HF′ aux deux foyers, la somme de ces droites sera toujours égale au grand axe AB. Les droites HF, HF′ se nomment *rayons vecteurs*.

68. *On donne les deux axes d'une ellipse, et on demande de décrire cette courbe, en se servant de la propriété des rayons vecteurs.*

Solution. On cherchera d'abord les deux foyers F, F′ (fig. 59), comme on l'a dit ci-dessus; ensuite, ayant pris un point *a* quelconque sur le grand axe, entre le centre et un foyer F′, on décrira, de chaque foyer, comme centre, et avec la distance B*a* comme rayon, des arcs de cercle en *m* et *m*′, en *m*″ et *m*‴; avec la distance *a*A, et toujours des foyers, comme centres, on décrira de nouveaux arcs de cercle qui couperont les premiers aux points *m*, *m*′, *m*″, *m*‴, qui appartiendront à la courbe. Si, au lieu d'avoir pris le point *a* sur le grand axe, on avait pris le point *b*, en opérant de même, on aurait obtenu les quatre points M, M′, M″, M‴. En continuant de la même manière, on obtiendra autant de points qu'on voudra de la courbe. Il ne s'agira plus alors que de joindre ces points par un trait continu.

69. On nomme *diamètres conjugués*, deux droites comme AB, CD (fig. 61), qui, passant toutes les deux par le centre I,

sont tellement situées l'une par rapport à l'autre, que les parallèles M'N', MN, etc., à l'une d'elles, sont divisées en deux parties égales par l'autre, et réciproquement.

70. *On donne les deux axes ou deux diamètres conjugués* AB, CD (fig. 60 et 61) *d'une ellipse, et on demande de décrire cette courbe sans se servir des foyers.*

Solution. Par l'extrémité A de l'un des deux axes ou des diamètres conjugués, on mènera la droite AB', de manière à former un angle quelconque avec AB ; on fera cette droite AB' égale à l'autre axe ou diamètre DC ; on décrira le demi-cercle AD'B' sur le diamètre AB' ; on divisera cette demi-circonférence en autant de parties égales ou inégales qu'on voudra ; par les points de division on abaissera sur la droite AB' les perpendiculaires R'Q', RQ, D'I', etc. ; on joindra la droite B'B, à laquelle on mènera, par les points Q', Q, I', *q*, etc., les parallèles Q'P', QP, I'I, *qp*, etc. ; par les points P', P, etc., on mènera les parallèles M'N', MN, etc., à DC ; on fera les droites P'M' et P'N', PM et PN, etc., respectivement égales à Q'R', QR, etc., et par les points A, M', M, D, etc., on fera passer à la main la courbe demandée ADBC.

71. *Supposons que par l'un des moyens que nous venons d'exposer, on ait décrit l'ellipse* ADBC (fig. 62), *et qu'on nous demande de lui mener une tangente par un point* M *pris sur la courbe.*

Solution. A ce point donné M, on mènera les rayons vecteurs FM, F'M ; on prolongera l'un de ces rayons vecteurs de M vers Q ou vers E ; on divisera l'angle QMF, ou EMF' en deux parties égales par la droite T*m*, qui sera la tangente demandée.

72. On appelle *normale* à une courbe, la droite menée perpendiculairement à la tangente par le point de contact.

Par un point M *donné sur une ellipse* (fig. 62), *on demande de mener une normale à cette courbe.*

Solution. Au point M on mènera les rayons vecteurs FM, F'M, et on divisera l'angle FMF' qu'ils formeront en deux parties égales par la droite MR, qui sera la normale demandée.

73. *Par un point* m *donné hors de l'ellipse* (fig. 62), *on demande de mener une tangente à la courbe.*

Solution. Du point *m* donné, et avec le rayon *m*F ou *m*F', on décrira l'arc de cercle FQ ou F'Q'; du foyer F ou F', et avec un rayon égal au grand axe AB, on décrira un arc de cercle qui coupera le premier en Q ou Q'; par le foyer F' ou F, et le point Q ou Q', on mènera la droite F'Q ou FQ', qui coupera l'ellipse au point M ou M'; par ce point et le point donné *m* on mènera la droite *m*M ou *m*M', qui sera la tangente demandée.

On voit qu'il y a deux tangentes qui satisfont à la question.



GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE.

(Planches 3, 4 et 5.)

FIGURES PLANES.

PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITIONS.

74. Un *plan*, avons-nous déjà dit (n° 8), est une surface avec laquelle une ligne droite peut coïncider dans tous les sens. Par conséquent, une ligne droite est dans un plan, dès qu'elle a deux de ses points dans ce plan.

75. Deux droites qui se coupent dans l'espace sont dans un même plan. Par deux droites pareilles on ne peut faire passer qu'un seul plan.

Deux droites parallèles sont aussi dans le même cas.

76. Trois points donnés dans l'espace comme on voudra déterminent un plan, pourvu que ces trois points ne soient pas situés sur une même ligne droite.

77. L'intersection AB (fig. 1) de deux plans ABCD, ABFE, est toujours une ligne droite.

78. Lorsque deux plans ABCD, ABFE (fig. 1) se rencontrent, ils forment entre eux un certain angle, qu'on appelle l'*inclinaison des deux plans;* elle a pour mesure celle de l'angle CBF formé par les droites BC, BF, perpendiculaires à l'intersection AB des deux plans, et menées par un même point quelconque A de cette intersection AB, la première BC dans le plan ABCD, et la seconde BF dans le plan ABFE.

Quand cet angle CBF est droit, les deux plans sont dits *perpendiculaires*.

79. Une droite AB (fig. 2) est *perpendiculaire à un plan* PQ, lorsqu'elle est perpendiculaire à deux droites BC, BD, qui passent par son pied B dans le plan PQ.

80. Une droite AB (fig. 3) est *parallèle à un plan* PQ, lorsqu'elle est parallèle à une autre droite CD, située dans ce plan PQ.

81. Si une droite avait un point commun avec un plan, et était en même temps parallèle à ce plan, elle serait tout entière située dans ce même plan.

82. Deux plans sont *parallèles entre eux*, lorsqu'ils ne peuvent se rencontrer dans aucune direction, quelque loin qu'on les prolonge l'un et l'autre; ou, ce qui revient au même, deux plans sont parallèles, lorsqu'ils sont partout à une égale distance l'un de l'autre.

83. Si les deux plans PQ, RS (fig. 4) sont parallèles, et qu'ils soient rencontrés par un troisième plan ABDC, les intersections AC, BD de ce troisième plan avec les deux premiers seront *parallèles entre elles*.

84. Si les deux plans PQ, RS (fig. 5) sont parallèles, toutes les droites parallèles entre elles, comme AB, CD, EF, comprises entre ces plans parallèles, sont égales.

85. Si deux plans CDEF, GHIK (fig. 6) sont perpendiculaires à un troisième plan PQ, l'intersection AB des deux premiers plans sera perpendiculaire au troisième PQ.

86. Supposons que plusieurs plans AFB, BFC, CFD, DFE, EFA, etc. (fig. 8), se rencontrent de manière à avoir un point F commun; l'ensemble de tous ces plans formera ce qu'on appelle *un angle solide, ou polyèdre*. Le point F est le sommet

de cet angle; les lignes droites FA, FB, FC, FD, FE, etc., en sont les *arêtes*, et les plans respectivement terminés par deux arêtes en sont les *faces*. On appelle *angle dièdre* l'inclinaison de deux faces contiguës.

87. Les angles polyèdres se distinguent par le nombre de leurs faces : les plus simples ont trois faces; on les appelle angles trièdres; la figure 7 montre trois angles trièdres dont les sommets sont les points A, B, C, D. Ensuite, viennent les angles tétraèdres, qui ont quatre faces; les angles pentaèdres, qui en ont cinq, etc.

88. On appelle *corps polyèdre*, ou simplement *polyèdre*, tout corps terminé de toutes parts par des plans. Les intersections des surfaces planes qui terminent le polyèdre s'appellent les *arêtes* et déterminent des polygones qui sont les *faces* du polyèdre.

Les faces d'un polyèdre sont des triangles, des quadrilatères, des pentagones, des hexagones, etc. Ces polygones sont réguliers ou irréguliers; si toutes les faces d'un polyèdre sont des polygones réguliers égaux, le polyèdre est dit *régulier*; si les faces du polyèdre étaient des polygones réguliers inégaux, le polyèdre serait *irrégulier*, et, à plus forte raison, si les faces étaient des polygones irréguliers.

89. Il n'y a que cinq polyèdres réguliers; mais il y en a une infinité d'irréguliers.

90. Les polyèdres se distinguent encore par le nombre de leurs faces : le plus simple de tous a quatre faces (fig. 7); il s'appelle *tétraèdre*, celui qui a cinq faces s'appelle *pentaèdre*; celui qui en a six, *hexaèdre*, etc.

Les faces des polyèdres se réunissent de manière à former des angles solides, dont les plus simples ont trois faces.

91. Parmi les polyèdres, on distingue les *prismes* et les *pyramides*.

92. On appelle *prisme* un corps qui a deux bases parallèles et égales ABCDE, FGHIK (fig. 9) qui peuvent être des polygones quelconques, et dont les faces latérales ABHG, BCIH, CDKI, etc., sont des parallélogrammes.

Les droites AG, BH, CI, DK, EF sont les arêtes du prisme, et sont toutes parallèles entre elles et égales. Si elles sont perpendiculaires au plan de la base, le prisme est *droit;* il est *oblique* dans tout autre cas.

Un prisme prend le nom de *parallélépipède*, lorsque toutes ses faces sont des parallélogrammes. Les figures 10 et 11 sont des parallélépipèdes. Si (fig. 10) toutes les faces sont des rectangles (n° 22), le parallélépipède est dit *rectangle*. Si la base ABCD n'étant pas un rectangle, les arêtes AF, BG, CH, DF sont perpendiculaires à la base, le parallélépipède sera seulement *droit*, et ses faces latérales ABGH, BCHG, CDEH et ADEF seront rectangles. Si, la base ABCD (fig. 11) étant ou non un rectangle, les arêtes AF, BG, CH, DE étaient obliques par rapport à cette base, le parallélépipède serait *oblique*.

Les prismes sont de plusieurs autres espèces qui dépendent de la forme de leur base. Si la base est un triangle, le prisme est dit *triangulaire;* si elle est quadrilatère, pentagonale, hexagonale, etc., le prisme est de même *quadrilatère*, *pentagonal*, *hexagonal*, etc.

93. Une *pyramide* est un polyèdre terminé par une base, qui peut être un polygone quelconque, et dont les autres faces sont des triangles ayant un sommet commun, qui est le sommet de la pyramide. L'ensemble de ces triangles forme la *surface latérale* de la pyramide ; les figures 7 et 8 sont des pyramides.

Les pyramides sont *régulières* ou *irrégulières :* une pyra-

mide est *régulière* quand la base est un polygone régulier, et que la perpendiculaire abaissée du sommet sur le plan de la base passe par le centre de cette dernière. Dans tout autre cas, la pyramide est *irrégulière*.

Les pyramides se distinguent par le nombre des côtés de la base; si cette base est un triangle, la pyramide est dite *triangulaire*, et c'est ce qu'on appelle un *tétraèdre;* la figure 7 est une pyramide triangulaire ou un tétraèdre. Si la base était un quadrilatère, la pyramide serait *quadrilatère;* si elle était un pentagone, la pyramide serait *pentagonale*, etc., etc.

94. Si, par un point A (fig. 2) de l'espace, on abaisse une perpendiculaire AB sur un plan quelconque PQ, le pied B de cette perpendiculaire sera *la projection* du point A sur le plan PQ.

95. Si, par différents points A, B, C, D, E (fig. 12) d'une ligne quelconque ABCDE située dans l'espace, on abaisse les perpendiculaires A*a*, B*b*, C*c*, D*d*, E*e*..., sur un plan quelconque PQ, et que par les pieds *a*, *b*, *c*, *d*, *e*..., de ces perpendiculaires, on fasse passer une ligne *abcde*, cette ligne sera la projection, sur le plan PQ, de la ligne ABCDE donnée dans l'espace.

96. Si la ligne ABCDE est droite comme AB (fig. 13), sa projection *ab* sur le plan PQ sera aussi une ligne droite.

97. Si cette ligne était un cercle ABDF (fig. 14), sa projection *abdf* sur le plan PQ serait un cercle, ou une ellipse, ou une ligne droite.

Elle sera un cercle, si le plan du cercle donné ABDF est parallèle au plan PQ; une ellipse, si le plan du cercle donné est oblique au plan PQ, et une ligne droite, si le plan du cercle donné est perpendiculaire au plan PQ.

98. Si la ligne donnée ABCF (fig. 14) était une ellipse, sa

projection sur le plan PQ serait une ellipse, un cercle ou une ligne droite.

Elle serait une ellipse, si le plan de l'ellipse donnée était parallèle ou quelconque par rapport au plan PQ; un cercle, si, le plan de l'ellipse donnée n'étant pas parallèle au plan PQ, son inclinaison remplissait une certaine condition qu'il est inutile d'exposer ici; enfin elle serait une ligne droite, si le plan de l'ellipse donnée était perpendiculaire au plan PQ.

99. La projection de toute figure située sur un plan parallèle au plan PQ est égale à la figure donnée.

100. La projection d'une ligne à double courbure, est toujours une ligne courbe, quelle que soit sa position dans l'espace par rapport au plan de projection.

101. Pour fixer la position et la forme d'une ligne quelconque dans l'espace, on la rapporte à deux plans perpendiculaires entre eux, dont un ABCD (fig. 15) est ordinairement horizontal, et l'autre ABEF est vertical. Ces deux plans sont supposés indéfiniment prolongés dans tous les sens, et divisent l'espace en quatre régions comprises, la première par l'angle FAD, la seconde par l'angle FAF', la troisième par l'angle GAD, et la quatrième par l'angle GAF'.

L'intersection AB de ces deux plans se nomme *ligne de terre*, et ces plans prennent le nom de *plans de projection*. Le plan horizontal FDCE' est le plan de *projection horizontale*, et le plan vertical GFEH est le plan de *projection verticale*.

102. Voyons maintenant comment on détermine la position d'un point de l'espace, par rapport à deux plans de projection.

Supposons qu'on ait les deux plans de projection GFEH, F'DCE' (fig. 15), et qu'il s'agisse de déterminer la position

du point M situé dans la région comprise dans l'angle FAD; pour cela, il suffira d'abaisser de ce point M les perpendiculaires Mm', Mm respectivement sur les plans de projection, et les pieds m', m de ces perpendiculaires seront les projections verticale et horizontale de ce point M. Ces deux projections une fois obtenues, le point M sera déterminé; car si par la projection verticale m' on mène la perpendiculaire $m'M$ au plan vertical, et par la projection horizontale m on élève une perpendiculaire au plan horizontal, ces deux perpendiculaires se rencontreront dans l'espace en un point M qui sera le même que celui qui avait donné lieu aux projections m', m.

103. Si par les droites Mm, Mm', on fait passer un plan par la pensée, ce plan sera à la fois perpendiculaire aux deux plans de projection, et rencontrera ces deux derniers suivant les deux droites mT, $m'T$, qui seront perpendiculaires à la ligne de terre AB, passeront respectivement par les projections du point M, et se rencontreront sur la ligne de terre AB au point T.

104. La droite mT sera égale à Mm' et mesurera la distance du point M au plan vertical, et la droite $m'T$ égalera Mm, et mesurera la distance de ce point M au plan horizontal. Ces lignes, qui mesurent les distances du point M aux plans de projection, se nomment *projetantes* du point M.

105. Comme, lorsqu'on fait des épures ou dessins de géométrie descriptive, on n'opère que sur un seul et même plan, il faut faire voir comment on passe des projections situées dans deux plans différents à celles qui ne sont que dans un seul et même plan.

Pour cela, on est dans l'usage de faire tourner le plan vertical autour de la ligne de terre AB (fig. 15), de manière que la partie supérieure ABEF du plan vertical vienne

coïncider avec la partie ABE'F' du plan horizontal, et la partie inférieure ABHG du premier plan avec la partie ABCD du second, ainsi que les quarts de cercle EE', FF', GD et HC l'indiquent.

On observera que dans ce mouvement du plan vertical, s'il s'agit du point M situé dans l'angle FAD, la projection horizontale *m* de ce point restera où elle est actuellement, tandis que sa projection verticale *m'* sera entraînée par le plan vertical et viendra se placer en *m''* sur le plan horizontal, de l'autre côté de la ligne de terre AB par rapport au point *m*, et la projetante *m'*T deviendra le prolongement T*m'* de la droite *m*T; de sorte qu'après le rabattement, les deux projections d'un même point M situé au-dessus du plan horizontal, et en avant du plan vertical, sont sur une même droite perpendiculaire à la ligne de terre; la projection verticale est au-dessus et la projection horizontale au-dessous de la ligne de terre, ainsi que l'indique la figure 16, où AB est la ligne de terre, le point *v* la projection verticale, et le point *h* la projection horizontale.

Si le point donné M' dans l'espace était situé dans l'angle FAF' (fig. 15), la projection verticale serait en *m'*, et la projection horizontale serait en *m'''*, de sorte qu'en faisant mouvoir le plan vertical autour de la ligne de terre, comme tout à l'heure, la projection verticale deviendra *m''*, la droite T*m'* deviendra T*m''* et coïncidera avec T*m'''*, perpendiculaire à la ligne de terre AB. Dans ce cas, les deux projections du point M' seront du même côté de la ligne de terre, sur une même droite perpendiculaire à cette ligne de terre, ainsi qu'on le voit dans la figure 17, où AB est la ligne de terre, *v* la projection verticale et *h* la projection horizontale du point. Le point M' est alors situé derrière le plan vertical et au-dessus du plan horizontal.

Si le point donné M'' dans l'espace (fig. 15) est dans l'angle

DAG, la projection verticale sera m^{iv}, et la projection horizontale m; de sorte qu'en faisant mouvoir le plan vertical autour de la ligne de terre AB, la projection verticale viendra en m^{v} du même côté de la ligne de terre que la projection horizontale m, et sur la même droite Tm^{v} perpendiculaire à cette dernière, ainsi qu'on le voit dans la figure 18, où AB est la ligne de terre, v la projection verticale, et h la projection horizontale. Dans ce cas, le point M″ est en avant du plan vertical, et au-dessous du plan horizontal.

Enfin, si le point donné M‴ était derrière le plan vertical, et au-dessous du plan horizontal, la projection verticale serait en m^{iv}, et la projection horizontale en m''', de manière que, en faisant tourner le plan vertical comme ci-dessus, la projection verticale viendrait en m^{v}, et serait, ainsi que la projection horizontale, sur une même droite $m'''m^{v}$, perpendiculaire à la ligne de terre. Ces deux projections se trouveraient donc une de chaque côté de la ligne de terre, comme dans le premier cas, mais dans l'ordre inverse, ainsi qu'on le voit dans la figure 19, où AB est la ligne de terre, v la projection verticale, et h la projection horizontale.

106. De là nous conclurons que : 1° pour tout point situé au-dessus du plan horizontal, la projection verticale sera au-dessus de la ligne de terre (fig. 16 et 17), et pour tout point situé au-dessous du même plan horizontal, cette projection sera au-dessous de la ligne de terre (fig. 18 et 19); 2° pour tout point situé en avant du plan vertical, la projection horizontale sera située au-dessous de la ligne de terre (fig. 16 et 18), et pour tout point situé derrière le même plan, la même projection sera au-dessous de la ligne de terre (fig. 17 et 19).

107. La position d'un plan se détermine par ses intersections avec les plans de projections. On conçoit en effet que le plan *abc* (fig. 20) sera déterminé de position lorsque l'on

connaîtra les droites *ab*, *ac*, suivant lesquelles il rencontre les plans de projection ABCD, ABEF ; qu'il en sera de même pour le plan *abdc* (fig. 22), lorsque l'on connaîtra les droites *ab*, *ac*, suivant lesquelles ce plan rencontre les plans de projection ABCD, ABEF, et qu'il en sera de même aussi pour les plans *abdc* (fig. 24), lorsque l'on connaîtra les droites *ab*, *cd*, suivant lesquelles ce plan rencontre les plans de projection ABCD, ABEF.

108. On appelle *trace horizontale* d'un plan, son intersection *ab* (fig. 20, 22 et 24) avec le plan horizontal, et *trace verticale*, son intersection *ac* (fig. 20 et 22) ou *cd* (fig. 24) avec le plan vertical.

109. Pour ramener ces traces dans un seul plan, on fait mouvoir le plan vertical autour de la ligne de terre dans les mêmes figures, comme il a été dit précédemment, et ainsi que les quarts de cercle FH, GE l'indiquent. Dans ce mouvement, le plan vertical entraîne avec lui la trace verticale, qui devient *ad* (fig. 20), et alors tout est ramené dans un seul et même plan et se présente comme dans la figure 21, où AB est la ligne de terre, AC la trace horizontale, et AD la trace verticale du plan donné de position. Dans la figure 22, après avoir rabattu le plan vertical autour de la ligne de terre, pour le faire coïncider avec le plan horizontal, la trace verticale devient *ae*, et les choses, ainsi ramenées dans un même plan, se présentent comme dans la figure 23, où AB est la ligne de terre, AC la trace horizontale, et AD la trace verticale. Enfin, la figure 24 donne, après le rabattement, la figure 25, où AB est la ligne de terre, CD la trace horizontale, et EF la trace verticale.

110. Il y a une chose importante à observer : c'est que les traces d'un plan se rencontrent en un point *a* (fig. 20, 21,

22 et 23) sur la ligne de terre, ou bien elles sont parallèles à la ligne de terre (fig. 24 et 25).

PROBLÈMES.

111. *Les projections* CD, EF *d'une droite étant données* (fig. 26 et 27) (*la droite* AB *représentant la ligne de terre*), *trouver les points où cette droite rencontre les plans de projection.*

SOLUTION. Supposons d'abord qu'il s'agisse de trouver le point où la droite donnée perce le plan horizontal.

Pour cela, par le point G où la projection verticale FE prolongée rencontre la ligne de terre, on mènera à cette dernière une perpendiculaire GH. Cette perpendiculaire rencontrera la projection horizontale DC prolongée en un point H, qui sera le point demandé.

Pour avoir le point où la droite rencontre le plan vertical, par le point C où la projection horizontale rencontre la ligne de terre, on élèvera à cette dernière la perpendiculaire CE qui rencontrera la projection verticale au point E demandé.

112. *Les projections* CD, EF (fig. 28) *d'une droite déterminée de longueur étant données, trouver la véritable longueur de cette droite.*

SOLUTION. Par les extrémités C et D de la projection horizontale CD, élevons les droites CG, DH perpendiculaires à CD; faisons CG égal à LE, et DH égal à MF, et menons la droite GH; ce sera la longueur demandée.

On aurait la même longueur en menant, par l'extrémité E de la projection verticale EF de la droite donnée, une parallèle IK à la ligne de terre, en faisant KI égale à la longueur de la projection horizontale CD, et en menant la droite IF, qui serait la longueur demandée.

113. *Les traces* AB, AC (fig. 29) *d'un plan étant données,*

trouver les angles que ce plan forme avec les plans de projection.

Solution. Pour avoir l'angle que forme ce plan avec le plan horizontal, on mènera, où l'on voudra, la droite DE perpendiculaire à la trace horizontale AB ; par le point E, où la droite DE rencontrera la ligne de terre, on élèvera à cette dernière la perpendiculaire EF, qui rencontrera la trace verticale AC en un point F ; du point E comme centre, et avec le rayon ED, on décrira l'arc de cercle DG ; par le point G et le point F on mènera la droite GF ; cette droite fera, avec la ligne de terre AI, un angle FGE, qui sera l'angle demandé.

Pour avoir l'angle formé par le plan donné et le plan vertical, on mènera, où l'on voudra, la perpendiculaire CH à la trace verticale AC ; par le point H, où cette droite CH viendra rencontrer la ligne de terre, on élèvera à cette dernière la perpendiculaire HB ; du point H, comme centre, et avec le rayon HC, on décrira l'arc de cercle CI ; enfin, par les points B et I on mènera la droite IB, qui fera, avec la ligne de terre AI, l'angle demandé HIB.

114. Si les traces CD, EF (fig. 31) du plan donné étaient parallèles à la ligne de terre AB, pour avoir les angles formés par ce plan avec les plans de projection, on mènerait la droite GH perpendiculaire à la ligne de terre ; du point I, comme centre, et avec un rayon égal à IH, on décrirait l'arc de cercle HK ; par les points K et G on mènerait la droite KG ; GKI serait l'angle formé par le plan donné et le plan horizontal, et KGI l'angle formé par le même plan donné et le plan vertical.

115. *Les droites* AC, AD (fig. 30) *sont les traces d'un premier plan ; les droites* BC, BD *sont celles d'un second ; on demande les projections de l'intersection de ces deux plans.*

Solution. Pour avoir la projection horizontale de cette intersection, du point D où les deux traces verticales AD,

BD se rencontrent, on abaissera la perpendiculaire DF à la ligne de terre; puis, par le pied F de cette perpendiculaire et le point C, où les deux traces horizontales se rencontrent, on mènera la droite FC ; cette droite sera la projection horizontale demandée.

Pour avoir la projection verticale de l'intersection des deux plans donnés, du point C où les deux traces horizontales se rencontrent, on abaissera une perpendiculaire CE à la ligne de terre; puis, par le pied E de cette perpendiculaire et le point D où les traces verticales se rencontrent, on mènera la droite ED ; cette droite sera la projection verticale demandée.

116. *Les droites* AC, AD (fig. 32) *sont les traces d'un premier plan ; les droites* BC, BD *sont celles d'un second plan; on demande l'angle formé par ces deux plans.*

Solution. Du point D où les deux traces verticales se rencontrent, on abaissera la perpendiculaire DE à la ligne de terre; par le pied E de cette perpendiculaire et le point C où les traces horizontales se rencontrent, on mènera la droite EC, qui sera la projection horizontale de l'intersection des deux plans donnés. A cette droite CE on mènera une perpendiculaire quelconque HG; du point E, comme centre, et avec le rayon EC, on décrira l'arc de cercle CF, et du même centre, avec le rayon EM, on décrira l'arc de cercle MK; par les points F et D on mènera la droite FD, à laquelle, du point K, on abaissera la perpendiculaire KL ; on portera la longueur KL de cette perpendiculaire de M en I sur la droite EC, et par le point I et les points G et H on mènera les droites GI, HI, qui feront entre elles l'angle GIH ; ce sera l'angle demandé.

117. *Les droites* CD, EF (fig. 33), *parallèles à la ligne de terre* AB, *sont les traces d'un premier plan ; les droites* GH, IK, *parallèles aussi à la ligne de terre* AB, *sont les traces d'un*

second plan ; on demande l'angle de ces deux plans, et les projections de leur intersection.

SOLUTION. Perpendiculairement à la ligne de terre AB, on mènera la droite ML; du point U, comme centre, on décrira les arcs de cercle MA et NO; par les points Q et A, on mènera la droite AQ, et par les points O et L la droite OL; l'angle ARO sera celui des deux plans.

Pour avoir la projection verticale de l'intersection des deux plans, par le point R où se coupent les droites AQ et OL, on mènera, parallèlement à AB, la droite ST, qui sera la projection demandée.

Pour avoir la projection horizontale de la même intersection, du point R on abaissera la perpendiculaire RV sur la ligne de terre; du point U, comme centre, et avec le rayon UV, on décrira l'arc de cercle VX; par le point X où cet arc rencontre la droite ML, on mènera une parallèle YZ à la ligne de terre AB, et cette droite YZ sera la projection demandée.

118. *Les droites* AC, AD (fig. 34) *sont les traces d'un plan donné, et les droites* EF, GH *les projections d'une droite; on demande les projections du point où cette droite rencontre le plan donné.*

SOLUTION. On prolongera la projection horizontale GH de la droite donnée, jusqu'à ce qu'elle rencontre et la ligne de terre et la trace horizontale AC du plan donné; par son point de rencontre B avec la ligne de terre, et par son intersection I avec la trace horizontale AC, on mènera les perpendiculaires BD, IK à la ligne de terre AB; par le point D, où la première rencontrera la trace verticale AD du plan donné, et le point K, où la seconde rencontre la ligne de terre, on mènera la droite KD, qui rencontrera la projection verticale EF de la droite donnée en un point F; ce point F sera la projection verticale demandée.

Pour avoir la projection horizontale H du même point, il suffira d'abaisser du point F une perpendiculaire FH à la ligne de terre AB, et le point H, où cette droite FH viendra rencontrer la projection horizontale de la droite donnée, sera le point cherché.

119. *Les droites* AC, AD (fig. 35) *sont les traces d'un plan donné, et les droites* EF, IH *sont les projections d'une droite donnée, la dernière projection étant parallèle à la ligne de terre* AB; *on demande de trouver, comme ci-dessus, les projections du point où la droite rencontre le plan.*

Solution. Dans ce cas, du point I où la projection horizontale IH de la droite rencontre la trace horizontale AC du plan, on abaissera une perpendiculaire IK à la ligne de terre; par le pied K de cette perpendiculaire, on mènera la droite KF parallèle à AD; cette perpendiculaire rencontrera la projection verticale EF de la droite en un point F, qui sera la projection verticale du point de rencontre de la droite et du plan.

Pour avoir la projection horizontale de ce point, il suffira d'abaisser du point F la perpendiculaire FH à la ligne de terre, et le point H où cette droite FH rencontrera la projection horizontale IH de la droite, sera la projection demandée.

120. *Supposons encore que les droites* AC, AD (fig. 36) *soient les traces d'un plan donné, et que la droite* EF *soit la projection verticale d'une droite dont la projection horizontale est le seul point* G, *et demandons encore les projections du point où cette droite rencontre le plan.*

Solution. Dans ce cas, la droite étant verticale, on prolongera sa projection verticale EF jusqu'à ce qu'elle rencontre la trace horizontale AC du plan; du point I où cette droite EC rencontre la ligne de terre AB, comme centre, et avec le rayon IC, on décrira l'arc CB; on joindra le point B

et le point D par une droite BD ; du point I, comme centre, et avec un rayon égal à la distance de la ligne de terre à la projection horizontale G de la droite, on décrira l'arc de cercle GH ; du point H, on élèvera à la ligne de terre la perpendiculaire HK, qui rencontrera la droite BD au point K ; par ce point on mènera la parallèle KF à la ligne de terre ; cette parallèle coupera la projection verticale EF de la droite en un point F, qui sera la projection verticale du point où cette droite rencontre le plan donné. Quant à la projection horizontale de ce point, ce sera le point G lui-même.

121. *Les droites* AC, AD (fig. 37) *sont les traces d'un plan et le point* F *la projection horizontale d'un point situé sur ce plan ; on demande la projection verticale du même point.*

Solution. Par la projection horizontale F donnée de ce point, on mènera la droite FI parallèle à la trace horizontale AC ; du point I, où cette droite rencontrera la ligne de terre, on élèvera à cette dernière une perpendiculaire IK, qui rencontrera la trace verticale AD en un point K ; par ce point, on mènera une parallèle KE à la ligne de terre AB ; de la projection horizontale F donnée, on élèvera la droite FE perpendiculaire à la ligne de terre ; elle ira rencontrer la droite KE en un point E qui sera la projection verticale demandée.

122. *Les droites* AC, AD (fig. 38) *sont les traces d'un plan donné ; la figure* abcde *est la projection horizontale d'une autre figure située dans le plan donné ; on demande la projection verticale* opqrs *de cette dernière figure.*

Solution. Par les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, de la projection horizontale donnée, on mènera les droites *af*, *bg*, *ci*, *dk*, *eh*, parallèles à la trace horizontale AC du plan donné, et les droites *ar*, *bq*, *cp*, *do*, *es*, perpendiculaires à la ligne de terre AB ; par les points *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, on élèvera les perpendiculaires *ft*, *gl*, *hm*, *in*, *k*D, à la ligne de terre, et par les points

t, *l*, *m*, *n*, D, où ces droites rencontreront la trace verticale AD du plan donné, on mènera les droites *tr*, *lq*, *np*, D*o*, *ms*, parallèles à la ligne de terre AB; ces parallèles rencontreront respectivement aux points *r*, *q*, *p*, *o*, *s*, les droites *ar*, *bq*, *cp*, etc.; en joignant ces points par les droites *rq*, *qp*, *po*, *os*, et *sr*, on aura la figure *rpqos*, qui sera la projection verticale demandée.

123. *Les droites* CD, EF (fig. 39) *parallèles à la ligne de terre, sont les traces d'un plan donné, et la figure* aceg *est la projection horizontale d'une autre figure située dans le plan donné; on demande la projection verticale* a'c'e'g' *de cette figure.*

Solution. On mènera la droite DF perpendiculaire à la ligne de terre; on décrira du point B, comme centre, et avec le rayon BD, l'arc de cercle DG, et on joindra les points G et F par la droite GF; on prendra les points *a*, *b*, *c*, *d*, etc., sur la projection horizontale *aceg* donnée; de ces points, on abaissera les droites *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, etc., perpendiculaires à la ligne de terre AG, et l'on mènera les droites *ak*, *bl*, *cm*, *yi*, *gh*, parallèles à AG; du point B, comme centre, et avec les rayons B*m*, B*l*, B*k*, B*i*, B*h*, on décrira les quarts de cercle *mn*, *lo*, *kp*, *iq*, *hr*; des points *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, on élèvera les perpendiculaires *nx*, *ov*, *pu*, *qt*, *rs*, à la ligne de terre; par les points *x*, *v*, *u*, *t*, *s* où ces droites rencontreront GF, on mènera les droites *xc'*, *vb'*, *ua'*, *ty'*, *sg'*; elles iront rencontrer les perpendiculaires à la ligne de terre, élevées par les points de la projection donnée, en des points *c'*, *b'* et *d'*, *a'* et *e'*, etc., par lesquels on fera passer à la main la courbe *a'c'e'g'*, qui sera la projection verticale demandée.

124. *On donne les traces* AC, AD (fig. 40) *d'un plan, et la projection horizontale* abc *d'une figure située sur ce plan, et on demande* 1° *la projection verticale* klm *de cette figure;* 2° *la véritable forme de cette même figure.*

Solution. On cherchera la projection verticale *klm* de la figure, par le procédé du n° 122, ainsi que la fig. 40 l'indique d'ailleurs ; ensuite, des points *k*, *l*, *m*, on abaissera les droites *kr*, *lq*, *ms* perpendiculaires à la trace verticale AD du plan donné ; on fera *up* égal à *ta*, et on mènera la droite *kp ;* par les points *l*, *m*, on mènera les droites *lo*, *mn*, parallèles à *kp ;* on fera *ur*, *xq*, D*s*, respectivement égales à *kp*, *lo*, *mn*, et on joindra les points *r* et *q*, *q* et *s*, *s* et *r* par les droites *rq*, *qs*, *sr ;* la figure *rqs* sera la véritable forme demandée.

C'est ce qu'on appelle trouver le *rabattement* d'une figure.

125. *Les droites* AC, AD (fig. 41) *sont les traces d'un plan ; la courbe* aceg *est la projection horizontale d'une autre courbe située sur le plan donné ; on demande la projection verticale* a'c'd'g'h' *de cette figure, et son rabattement ou sa véritable forme.*

Solution. On cherchera la projection verticale *a'd'f'h'* par le procédé du n° 122, ensuite on fera *lu* égal à *d''d'*, et l'on joindra les points *d* et *u* par la droite *du*, à laquelle, par les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, on mènera les parallèles *av*, *bt*, *cs*, *er*, *fx*, *gl*, *hq ;* on fera *pp'* égal à *bt*, *oz* égal à *cs*, *ly* égal à *du*, *in* égal à *er*, *km* égal à *fx*, *ii'* égal à *gl*, *ll'* égal à *hq*, et *oo'* égal à *av ;* la courbe qui passera par les points *p'*, *z*, *y*, *n*, *m*, *i'*, *l'* et *o'* sera le rabattement demandé.

CORPS RONDS.

Nous distinguerons trois corps ronds : le *cylindre*, le *cône* et la *sphère*.

126. Le *cylindre* est un corps qui a deux bases circulaires ACBD, EFGH (fig. 42) parallèles et égales entre elles, réunies par une surface courbe engendrée par une ligne droite qui glisse parallèlement à elle-même sur les circon-

férences des deux bases. La droite IK, qui joint les centres de ces bases, se nomme l'*axe* du cylindre. Si l'axe est perpendiculaire au plan de l'une des deux bases, le cylindre est *droit;* autrement le cylindre est *oblique*.

Toute parallèle à l'axe, menée d'un point de la circonférence supérieure à un point de la circonférence inférieure, se nomme une *génératrice*.

127. Toute section faite dans un cylindre par un plan parallèle à la base est un *cercle* égal à cette base.

128. Toute section faite dans un cylindre par un plan non parallèle à la base est une *ellipse*.

129. Un cône est un corps dont la base est un cercle ACBD (fig. 43), et dont la surface latérale est engendrée par une ligne droite SA qui, tournant autour d'un point fixe S, glisse sur la circonférence de la base. Le point S est le *sommet* du cône ; la droite SE qui joint le sommet S et le centre E de la base, en est l'*axe*.

Toute droite qui va du sommet à un point de la circonférence de la base, se nomme une *génératrice*.

130. Toute section faite dans le cône par un plan parallèle à la base est un *cercle*, dont le rayon est d'autant plus petit que le plan de la section est plus près du sommet.

131. Toute section faite par un plan qui n'est parallèle ni à la base, ni à aucune génératrice, est une *ellipse*.

132. Toute section faite par un plan parallèle à deux génératrices du cône est une *hyperbole*.

133. Toute section faite par un plan parallèle à un plan tangent à la surface du cône est une *parabole*.

134. Toute section faite par un plan mené par le sommet

et deux points de la circonférence de la base d'un cône est un *triangle ;* si le plan coupant passait par l'axe, la section serait ce qu'on appelle le *triangle par l'axe.*

135. La figure 44 représente un *cône tronqué*. La petite base EGFH est parallèle à la grande ACBD. L'*axe du tronc* est la droite IK, qui joint les centres des deux bases.

136. La *sphère* (ou globe) est un corps (fig. 44 *bis*) terminé par une surface dont tous les points sont à égale distance d'un point intérieur qu'on appelle le *centre*. On peut dire aussi que la sphère est engendrée par un demi-cercle qui fait sa révolution autour de son diamètre.

137. Toute section faite par un plan dans la sphère est un *cercle*, quelle que soit la direction du plan. Si ce plan passe par le centre de la sphère, la section sera ce qu'on appelle un *grand cercle*. Ce grand cercle n'est autre que celui qui a servi à engendrer la sphère.

Proposons-nous maintenant de couper les cylindres, les cônes et la sphère par des plans.

138. Supposons que le cercle EFGH (fig. 45) soit la base d'un cylindre droit; en prenant sur sa circonférence autant de points qu'on voudra, en abaissant de ces points des perpendiculaires à la ligne de terre AB, et en menant parallèlement à cette dernière ligne, à une hauteur donnée, la droite LM, on aura, non-seulement la projection verticale KBLM du cylindre, mais encore les projections d'autant de ses génératrices qu'on aura pris de points sur la circonférence de sa base.

Cela posé, supposons que les droites AD, AC soient les traces d'un plan donné, perpendiculaire au plan vertical; la trace horizontale AD de ce plan sera perpendiculaire à la ligne de terre; la projection horizontale de l'intersection

de ce plan avec le cylindre sera la base même EFGH de ce cylindre, et la projection verticale de cette même section sera la portion LC de la trace verticale du plan, comprise entre les génératrices extrêmes KL, BM.

Proposons-nous maintenant de trouver la véritable forme de cette section. Pour cela, par les points *m*, *n*, *o*, où les projections verticales des génératrices du cylindre rencontrent la trace verticale AC du plan coupant, on mènera les droites *rs*, *qt*, *pu* perpendiculaires à cette trace ; on prendra les distances *mr*, *ms* et *op*, *ou*, chacune égale à *fb* ou *fa* ; on fera *nq*, *nt* égales à IF ou IH, et par les points *l*, *s*, *t*, *u*, C, *p*, *q*, *r*, on fera passer à la main une courbe, qui sera la véritable forme de la section.

139. Supposons qu'un cylindre soit couché sur un plan; il touchera ce plan suivant une de ses génératrices; imaginons que cette génératrice s'imprime sur le plan, et qu'ensuite on fasse rouler le cylindre jusqu'à ce que la première génératrice revienne sur le plan. Si toutes les génératrices et les points des circonférences des bases se sont imprimés sur le plan, la figure qui en résultera sera le *développement du cylindre.*

140. Proposons-nous de développer le cylindre KBLM (fig. 45), ainsi que la courbe de l'intersection du plan donné (n° 138). Pour cela, on mènera à part une droite AB (fig. 46); sur cette droite, on prendra le point A, et on fera les distances AE, EF, FG, GH, HI, IK, KL et LB, respectivement égales aux parties de la circonférence de la base, dans cet ordre : E*b*, *b*F, F*c*, *c*G, G*d*, *d*H, H*a* et *a*E ; de cette manière, la droite AB du développement sera d'autant plus près d'égaler la longueur de la circonférence de la base, qu'on aura divisé cette dernière en un plus grand nombre de parties. Cela fait, par tous les points ainsi marqués sur la droite AB, on élèvera les droites AD, E*b*, F*c*, G*d*, etc.,

perpendiculaires à AB; on mènera ensuite la droite DC parallèle à AB, et le rectangle ABCD sera le développement du cylindre entier.

Voici comment on s'y prendra pour développer la courbe de l'intersection du cylindre par le plan. On fera, dans le développement, les longueurs A*a* et B*i* égales à K*l* de la projection verticale du cylindre; E*b* et L*h* égales à *em*; F*c* et K*g* égales à *gn*; G*d* et I*f* égales à *io*, et H*e* égale à BC; la courbe *abcdefghi*, menée par les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* et *i*, sera le développement demandé.

Si la droite AB du développement est le prolongement de la ligne de terre, les parallèles ponctuées à cette ligne de terre AB indiquent un autre moyen d'obtenir la courbe *aei* du développement.

141. Supposons que le cercle EFGH (fig. 47) soit la base d'un cylindre droit, et la figure *i*BML la projection verticale de ce cylindre, enfin que les droites AC, AD soient les traces d'un plan quelconque qui coupe le cylindre, et proposons-nous d'avoir les projections de l'intersection de ces deux surfaces.

D'abord le cylindre étant droit, la projection horizontale de la section sera la base même EFGH, et la projection verticale *abcdefgh* s'obtiendra par le procédé du nº 122, ainsi qu'on le voit indiqué dans l'épure (fig. 47).

Pour avoir le développement total ABCD du cylindre (fig. 48), on s'y prendra tout à fait comme au nº 140; quant au développement *adhi* de l'intersection de la surface par le plan donné, on l'obtiendra en faisant les longueurs A*a*, B*i* et K*g* égales à *ia* ou *lg* de la projection verticale du cylindre; les longueurs E*b* et I*f* égales à *kb* ou *mf*; F*c* et H*e* égales à *lc* ou B*e*, et G*d* égale à *md*, et en faisant passer la courbe *abcdefghi* par les points ainsi déterminés.

On observera encore ici que si la droite AB du déve-

loppement est le prolongement de la ligne de terre AB de l'épure, les parallèles à la droite AB, qui lient l'épure et le développement, indiquent un autre moyen d'avoir la courbe *adhi*.

142. *Proposons-nous de trouver les projections de l'intersection du plan perpendiculaire au plan vertical, dont les traces sont les droites* AC, AD (fig. 49), *avec un cône droit dont le cercle* EFGH *est la base, et le triangle* ISB *la projection verticale.*

Solution. On divisera la circonférence de la base EFGH en un certain nombre de parties égales; par les points de division de cette circonférence, on mènera des droites au centre S', qui est la projection horizontale du sommet du cône; ce seront les projections horizontales d'autant de génératrices. Des mêmes points de division, on abaissera des perpendiculaires à la ligne de terre AB, et, par les pieds de ces perpendiculaires, on mènera des droites à la projection verticale S du sommet; ces droites seront les projections verticales des mêmes génératrices.

La projection verticale de la section est la droite MD. Pour avoir la projection horizontale de cette section, par les points M, N, P et D, où les projections verticales IS, KS, LS, BS des génératrices rencontrent la projection verticale MD de la section, on abaissera les perpendiculaires M*d*, N*l*, P*i*, D*h* à la ligne de terre; elles rencontreront les projections horizontales des génératrices aux points *d*, *l* et *e*, *i* et *g*, *h*, par lesquels on fera passer la courbe *dfhk*; ce sera la projection horizontale demandée.

Comme les projections horizontales S' H, S' F sont sur une même droite perpendiculaire à la ligne de terre, et se trouvent par conséquent le prolongement de la projection verticale FS des mêmes génératrices, il n'est pas possible d'avoir, par le même procédé, des points de la projection

horizontale de la section sur ces génératrices. Pour avoir un point entre *l* et *i*, entre *e* et *g*, on prendra le milieu *u* de la projection verticale MD de la section; par ce point *u*, on mènera la droite *uv* parallèle à la ligne de terre AB; du point *v*, on abaissera la perpendiculaire *vx* à la ligne de terre AB; elle rencontrera le diamètre EG, de la base du cône, parallèle à la ligne de terre, en un point *x*; du centre S', on décrira l'arc de cercle *fxk*, qui rencontrera en des points *k* et *f* la droite *uk* menée par le point *u* perpendiculairement à la ligne de terre; ces points appartiendront à la projection horizontale de la section.

143. Proposons-nous maintenant de tracer le développement de ce cône et de la section (fig. 50).

Pour cela, par les points N, O et P on mènera les droites NQ, OR, PT, parallèles à la ligne de terre AB; puis, avec un rayon égal à la génératrice SI (fig. 49), et d'un point S (fig. 50) pris où l'on voudra, comme centre, on décrira un arc de cercle indéfini AI; on mènera la droite SA, et ensuite on fera les arcs AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI respectivement égaux à E*b*, *b*F, F*c*, *c*G, GU, UH, H*a* et *a*E (fig. 49); on joindra les points B, C, etc., au point S (fig. 50), et la figure AEIS sera le développement du cône entier.

Pour avoir le développement *aei* de la section, on fera les longueurs S*a* et S*i*, S*b* et S*h*, S*c* et S*g*, S*d* et S*f*, et S*e* (fig. 50), respectivement égales à SM, SQ, SR, ST et SD (fig. 49), et par les points *a*, *b*, *c*, etc. (fig. 50), on fera passer la courbe *aei*, qui sera le développement de la section.

144. Considérons toujours un cône droit dont la base soit le cercle EFGC (fig. 51), et la projection verticale le triangle HSB, et supposons que le plan coupant, dont les traces sont les droites AC, AD, soit perpendiculaire au plan horizontal.

La projection horizontale de la section sera la droite *Cf*, parce que le plan coupant est vertical. Pour avoir la projection verticale de cette section, on mènera à volonté les droites IK, LM, NO parallèles à la ligne de terre; des points K,M,O, où ces droites viendront rencontrer la génératrice SB, on abaissera les droites KP, MQ, OR perpendiculaires à la ligne de terre AB; du centre S′, et avec les rayons S′P, S′Q, S′R, on décrira les cercles P*ae*, Q*bd*, R*c*; par les points C, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, où ces cercles viennent rencontrer la trace horizontale AC, on élèvera les droites C*n*, *am*, *bl*, *ek*, *di*, *ei*, *eh*, et *fg*, perpendiculaires à la ligne de terre, lesquelles iront rencontrer respectivement la ligne de terre et les horizontales IK, LM, NO, aux points *n*, *m*, *l*, *k*, *i*, *h* et *g*; puis par ces points on fera passer la courbe *nmlkihg*, qui sera la projection verticale demandée.

145. Proposons-nous de couper un autre cône droit par un plan quelconque dont les traces sont les droites AC, AD (fig. 52).

Dans ce cas, il faut trouver les deux projections de la section.

Pour cela, on déterminera les projections d'autant de génératrices qu'on voudra, comme il a été dit au n° 142; ensuite on prolongera les droites menées par les points de division de la base du cône perpendiculairement à la ligne de terre, jusqu'à leur rencontre en *y*, *a*, T, *z* et C avec la trace horizontale AC du plan coupant; des points N, O, P, Q, D, où la trace verticale AD du même plan rencontre les projections verticales des génératrices du cône, on abaissera les droites NN′, OO′, QQ′, DD′, perpendiculaires à la ligne de terre; on joindra les points N′ et *y*, O′ et *a*, Q′ et *z*, D′ et C par les droites N′*y*, O′*a*, Q′*z*, D′C, lesquelles couperont respectivement les droites ES′, *a*S′ et *b*S′, *c*S′ et *d*S′, et GS′, projections horizontales des génératrices, en des points *e*, *f*

et *m*, *h* et *k*, et *i*, qui appartiendront à la projection horizontale de la section.

Il nous manque les points *g* et *l* de cette projection, que nous ne pouvons pas obtenir par le même procédé.

Pour avoir ces deux points, par le point S′ nous mènerons la droite S′Y, perpendiculaire à BT ; nous ferons S′ Y égale à BS; nous mènerons les droites HY, FY, et nous aurons le triangle par l'axe HYF.

Nous porterons la hauteur BP de B en R, et nous mènerons la droite TR qui coupera les droites HY, FY aux points X, U, par lesquels nous abaisserons les droites X*l*, U*g* perpendiculaires à FT ; les pieds de ces perpendiculaires seront les points demandés *l* et *g* : on aura donc tous les points nécessaires pour décrire la courbe *efghiklm*, qui sera la projection horizontale de la section.

Pour avoir la projection verticale de cette section, par tous les points *e*, *f*, *h*, *i*, *k*, *m*, de la projection horizontale, on élèvera des perpendiculaires à la ligne de terre ; elles iront rencontrer les projections verticales des génératrices du cône respectivement en des points *o*, *p*, *r*, *s*, *t*, *n*, qui appartiennent à la projection demandée. Pour avoir les points *u* et *q*, par les points X et U on mènera les droites XX′, UU′ parallèles à la droite TF ou perpendiculaires à la ligne de terre ; du point B comme centre, et avec les rayons BX′, BU′, on décrira les quarts de cercle X′*u*, U′*q*, qui donneront les points *u* et *q* de la projection demandée. Il ne s'agira plus alors que de joindre les points *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*, *n* par un trait continu.

146. Pour avoir le développement de ce cône entier, on s'y prendra comme il a été dit au n° 143. Quant au développement de la section, on l'obtiendra en menant par les points *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, *t* et *u* (fig. 52) les horizontales *nn′*, *pv*,

qs, *rx*, *tv*, *uo*, en faisant les longueurs S*a* et S*i*, S*b*, S*c*, S*d*, S*e*, S*f*, S*g*, S*h* (fig. 53) respectivement égales à S*o*, S*v*, S*s*, S*x*, S*v*, S*o*, S*n'* (fig. 52), et en faisant passer à la main la courbe *adghi*, qui sera le développement demandé.

147. *Les droites* AC, AD (fig. 54) *sont les traces d'un plan quelconque*, *et les cercles* EGFH, XVM *sont les projections d'une sphère ; on demande les projections de la section de ce plan dans la sphère.*

Solution. Parallèlement à la ligne de terre AB, on mènera les droites LM, NO, PQ, RS, TU, DV, qu'on regardera comme les traces verticales d'une suite de plans horizontaux qui couperont à la fois et le plan donné et la sphère; des points M, O, Q, S, U, V, où ces droites rencontreront le cercle XVM, on abaissera les droites V*i*, U*k*, S*l*, perpendiculaires à la ligne de terre, lesquelles rencontreront, dans le cercle EGFH, le diamètre EF parallèle à la ligne de terre AB, aux points *i*, *k*, *l*; du centre K et avec les rayons K*i*, K*k*, K*l*, on décrira les cercles *gi*, *bfkab*, *lmoce*; des points D, T, R, P, N, L, où les horizontales DV, TU, etc., rencontrent la trace verticale AD, on abaissera les perpendiculaires DD', TT', RR', etc., à la ligne de terre; par les pieds D', T', R', etc., on mènera les droites D'*h*, T'*k*, R'*m*, etc., parallèles à la trace horizontale AC; ces droites viendront rencontrer respectivement les cercles *ghi*, *fkab*, *celmo*, EGFH, aux points *g* et *h*, *f* et *k*, *e* et *m*, *d* et *n*, etc.; par ces points on fera passer la courbe *defghkmnoabc* qui sera la projection horizontale de la section.

On aura la projection verticale en élevant par tous les points *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *k*, *m*, *n*, *o*, *a*, *b*, *c* des perpendiculaires à la ligne de terre, lesquelles viendront respectivement rencontrer les horizontales PQ, RS, TU, etc., en des points *d'*, *e'*, *f'*, *g'*, *h'*, *m'*, *n'*, *o'*, *a'*, *b'*, *c'*; par ces points on fera passer la courbe *d'g'o'b'* qui sera la projection verticale demandée.

148. *Supposons un cylindre droit dont la base soit le cercle* CDEF (fig. 55), *et la projection verticale le rectangle* GHIK; *supposons un autre cylindre, mais un cylindre oblique, dont la base soit le cercle* LMNO, *et dont la projection verticale soit comprise entre les droites* PQ, BR, *la projection horizontale de ce cylindre étant parallèle à la ligne de terre* AB, *et proposons-nous de trouver les projections des intersections de ces deux cylindres.*

Solution. D'abord, les projections horizontales de ces intersections se trouveront sur la circonférence même de la base CDEF du cylindre droit, où elles seront représentées par les arcs *lCk* et *mEt*. Quant aux projections verticales, on les obtiendra de la manière suivante :

On divisera la base LMNO du cylindre oblique en autant de parties égales qu'on voudra; par les points de division on mènera les droites M*k*, *ed*, NC, *eh*, O*l* parallèles à la ligne de terre AB, et ces parallèles seront les projections horizontales d'autant de génératrices de ce cylindre oblique; par les mêmes points de la base du même cylindre, on élèvera les droites LP, *ft*, O*u*, *ev* et NB perpendiculaires à la ligne de terre, et par les points P, *t*, *u*, *v* et B, on mènera les droites PQ, *tq*, *ur*, *vs*, BR parallèles entre elles, et dans la direction qui donne l'inclinaison du cylindre; ensuite, par les points *l*, *h*, C et *m*, *g*, E, on élèvera les droites *lr*, *hs*, CR, et *mo*, *gp*, ES perpendiculaires à la ligne de terre, lesquelles iront rencontrer respectivement les projections verticales des génératrices correspondantes du cylindre oblique aux points Q, *q*, *r*, *s* et R; T, *n*, *o*, *p* et S; par ces points on fera passer les courbes Q*r*R, T*o*S, et l'on aura ainsi les projections verticales demandées.

149. *Supposons que les deux cercles* CDEF, GKHL (fig. 56) *soient les projections d'une sphère; que le cercle* NOPQ *soit la base d'un cylindre oblique, parallèle au plan vertical, et pro-*

posons-nous de trouver les projections des intersections de ce cylindre et de la sphère.

SOLUTION. On divisera la base NOPQ du cylindre en autant de parties qu'on voudra; on déterminera les projections horizontales et les projections verticales de toutes les génératrices du cylindre qui répondront à ces points de division, et ensuite, par les points *c* et *c'* on élèvera les droites *cp*, *c'q* perpendiculaires à la ligne de terre AB, lesquelles rencontreront le diamètre GH du cercle GKHL aux points *p* et *q*; du point I comme centre, et avec les rayons I*p*, I*q* on décrira les cercles *pxvy*, *q*YX, qui seront les projections verticales des intersections, avec la sphère, des plans verticaux élevés sur les droites *oc*, O*c'*, *rh*, Q*g*. Ces cercles, ainsi que le cercle GKHL, rencontreront respectivement les projections verticales des génératrices du cylindre en des points S, *z*, Y, *x*, U, et T, *y*, X, *v*, V, par lesquels on fera passer à la main les courbes S*z*Y*x*U, T*y*X*v*V; ce seront les projections verticales des intersections de la sphère et du cylindre.

Pour avoir les projections horizontales des mêmes intersections, il suffira d'abaisser par les points S, *z*, Y, *x*, U, et T, *y*, X, *v*, V, de leurs projections verticales, des perpendiculaires à la ligne de terre AB; ces perpendiculaires iront rencontrer respectivement les projections horizontales des génératrices du cylindre en des points par lesquels on fera passer les courbes C*hgftdec'c*, *kbai*E*mnl*, qui seront les projections horizontales demandées.

150. *Supposons deux cônes droits, dont les bases soient les cercles* CDEF, GKHI (fig. 57), *et les projections verticales les triangles* ANL, MOB, *et proposons-nous de trouver les projections de l'intersection de ces deux cônes.*

SOLUTION. Pour cela, on mènera une suite de droites PQ, RS, etc., parallèles à la ligne de terre AB; on les regardera

comme les traces verticales d'une pareille suite de plans horizontaux, qui viendront couper les deux cônes à la fois, chacun suivant un cercle ; dans le même plan, les deux cercles qu'on aura se couperont en deux points qui appartiendront à l'intersection des deux cônes. La projection horizontale de cette intersection s'obtiendra, par conséquent, en déterminant les projections horizontales T*ad* et V*ad* des cercles situés dans le plan horizontal PQ ; ces projections se couperont aux points *a* et *d* qui appartiendront à la projection horizontale demandée. On cherchera de même les projections horizontales U*bc*, X*bc* des cercles compris dans le plan horizontal RS ; ces projections se couperont aux points *b* et *c*, qui appartiendront à la projection horizontale demandée. En continuant de la même manière, on aura autant de points K, *a*, *b*, *c*, *d*, I, qu'on voudra, de la projection horizontale K*abcd*I de l'intersection des cônes.

Pour avoir la projection verticale *efghikl*, il suffira d'élever par les points K et I, *a* et *d*, *b* et *c*, etc., de la projection horizontale K*abcd*I, des perpendiculaires à la ligne de terre AB, qui viendront respectivement donner les points *e* et *l*, *f* et *k*, *g* et *i* ; par ces points on fera passer la courbe *efghikl*, qui sera la projection verticale demandée. Pour avoir le sommet *h* de cette courbe, on joindra, par la droite YZ, les centres des bases des cônes ; par les points *n* et *m* où cette droite viendra rencontrer les circonférences de ces bases, on élèvera les droites *no*, *mp* perpendiculaires à la ligne de terre ; enfin, par les pieds *o*, *p* de ces droites, on mènera les génératrices *o*N, *p*O ; elles se couperont en un point *h* qui sera le sommet demandé.

COUPE DES PIERRES.

(Planches 6 et 7.)

PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITION.

151. L'art qu'on désigne sous la dénomination de *coupe des pierres* a pour objet l'exécution de toutes les parties d'édifices qui se font en pierres de taille, telles que les murs, les voûtes, les escaliers, les colonnes, etc. Notre but est de nous en tenir aux premières notions de cet art. Nous nous bornerons donc à expliquer la manière de tracer les épures d'une plate-bande, d'un berceau biais, d'un berceau biais dans un mur en talus, d'un berceau dans un mur cylindrique droit, d'une porte conique dans un mur de même espèce, d'une trompe conique, d'une voûte en arc de cloître, d'une voûte en arêtier, d'une voûte sphérique et d'une niche sphérique.

ÉPURE D'UNE PLATE-BANDE, AVEC ÉVASEMENTS DANS LES PIEDS-DROITS.

152. Lorsque la partie supérieure d'une porte ou d'une fenêtre est plane et horizontale, on lui donne le nom de *plate-bande*. Les morceaux de pierre qui composent une plate-bande se nomment *claveaux*, et ceux qui composent les jambages s'appellent *pieds-droits*.

153. *Supposons que les figures* GIKLMNE, SRQPOFH (fig. 1re), *soient les bases des jambages d'une porte pratiquée dans un mur droit dont les faces rencontreraient le sol (supposé un plan horizontal), suivant les droites* EF, GH,

et proposons-nous de tracer l'épure de la plate-bande de cette porte.

Solution. Prenons une ligne de terre XT parallèle à GH; perpendiculairement à cette ligne de terre, menons les droites NV, M*b*, KA, RB, P*c*, OU, par les points N, M, K, O, P, R; les droites XV et TU seront les projections verticales des *arêtes des évasements*, lesquelles arêtes ont pour projection horizontale les points N et O. Les droites *ab*, *dc* seront les projections verticales des faces latérales de la *feuillure* de la porte, lesquelles faces ont pour projection horizontale les droites ML, PQ. Enfin les droites CA, DB seront les projections verticales des *tableaux* de la porte, dont les projections horizontales sont les droites KI, RS.

Menons la droite AB, parallèle à la ligne de terre, à une hauteur arbitraire, et supposons que cette droite soit la projection verticale de la face de dessous de la plate-bande, laquelle face se nomme *intrados;* cet intrados, n'ayant que la largeur du tableau des jambages, aura pour projection horizontale le rectangle KRSI. Nous mènerons la droite *bc*, parallèle à AB, à une distance égale au *recouvrement* RQ de la feuillure de la porte, et la droite VU à la distance qu'on voudra au-dessus de *bc*; cette droite VU sera la projection verticale de l'arête de l'évasement de la plate-bande. Tout cela étant ainsi disposé et bien compris, voici comment on disposera les *claveaux* de cette plate-bande.

On divisera la projection verticale AB de l'intrados en un nombre impair de parties égales; par les points de division on élèvera les droites *en*, *fm*, *gl*, *hk*, perpendiculaires à AB; on prendra sur l'axe C'E' un point Y; par ce point et par les points *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, et *o*, on mènera les droites *iu*, *kt*, *ls*, *mr*, *nq*, *op*, qui seront les projections verticales de ce qu'on appelle les *coupes* ou *joints* des claveaux. On disposera ensuite les assises du mur comme on le voit indiqué dans l'épure.

La pierre dont la projection verticale est la figure B*iu*H'G',

et qui repose en plein sur les pieds-droits, se nomme *sommier;* sa forme est représentée, renversée sur son joint de derrière, en perspective cavalière, par la figure 2. La pierre dont la projection verticale est la figure B*iuvxtkh*, se nomme *claveau en état de charge*, à cause de la partie horizontale *uv* qui vient reposer sur le sommier. Sa forme est représentée par la figure 3. La forme des autres claveaux diffère peu de celle d'un pied-droit (fig. 4).

ÉPURE D'UN BERCEAU BIAIS DANS UN MUR DROIT.

154. On appelle *berceau* une voûte dont la face visible en dessous est une surface cylindrique (n° **126**), à génératrices horizontales ; cette surface s'appelle l'*intrados* du berceau.

Toute section faite dans un berceau par un plan perpendiculaire à l'axe de l'intrados se nomme *section droite.* La courbe d'intersection du plan de la section droite, avec l'intrados de la voûte, est ce qu'on appelle le *cintre principal.*

Dans un berceau, l'intersection de son intrados avec chaque face du mur au travers duquel il est pratiqué, prend le nom de *cintre de face.*

155. Supposons que le demi-cercle GHI (fig. 5), qui pourrait être une courbe quelconque, soit le cintre principal d'un berceau ; supposons que les droites AB, DC soient les traces horizontales des faces d'un mur droit au travers duquel le berceau doive être pratiqué, et que la projection horizontale H′ E de l'axe de la voûte soit oblique par rapport au mur : le berceau sera dit de *biais.* La ligne de terre GI, prise à la naissance du berceau, est perpendiculaire à l'axe H′ E.

Cela posé, proposons-nous de tracer l'épure de ce berceau. Pour cela, on divisera le cintre principal GHI (fig. 5) en un nombre impair de parties égales ; par les points de division P, Q, R, etc., et le centre H′ du cintre, on mènera

des droites PU, QT, etc., qui seront les coupes des *voussoirs*, c'est-à-dire des pierres de la voûte. Par les mêmes points de division et les points G et I, on abaissera les droites GK, P*a*, Q*c*, R*e*, etc., perpendiculaires à la ligne de terre GI, et les portions KL, *ab*, *cd*, *ef*, etc., de ces droites, comprises entre les traces horizontales AB, DC du mur, seront les projections horizontales des arêtes de douelle des voussoirs. (On appelle *douelle* la face du voussoir qui fait partie de l'intrados du berceau.) On fixera ensuite les hauteurs d'assise du mur comme on le voit indiqué dans la projection verticale, ce qui déterminera les points U, T, S, etc., qui sont les extrémités de coupe, et par ces points on abaissera les perpendiculaires UK, T*y*, S*i*, etc., à la ligne de terre; les portions KL, *yx*, *iu*, etc., comprises entre les traces horizontales des faces du mur, seront les projections horizontales des arêtes des extrémités des coupes, et l'épure sera terminée.

On peut demander le *cintre de face* du berceau; pour l'avoir, par les points *a*, *c*, *e*, E, etc., on élèvera les droites *aa'*, *co'*, *ee'*, EE', etc., perpendiculaires à la droite AB; on fera ces perpendiculaires respectivement égales à P' P, Q' Q, R' R, etc., et par les points K, *a'*, *o'*, *e'*, E', ..., M, on fera passer la courbe KEM, qui sera le cintre demandé. Ce cintre sera une demi-ellipse.

156. Si l'on demande le développement de l'intrados de ce berceau, on mènera, à part, la droite AB (fig. 6), sur laquelle on fera les distances AC, CD, DE, etc., respectivement égales à GP, PQ, QR, etc. (fig, 5), de manière que la droite AB soit égale au développement du demi-cercle GHI. Par les points A, C, D, E (fig. 6), on mènera les perpendiculaires AI, CH, DG, EF, etc., à la droite AB; dans la projection horizontale du berceau, on mènera à volonté la droite *nr* perpendiculaire à la projection horizontale H' E de l'axe de l'intrados; on fera ensuite les distances AI, CH,

DG, EF, etc. (fig. 6), respectivement égales à *nk*, *qa*, *pc*, *me*, etc. (fig. 5), et par les points I, H, G, F, etc., K (fig. 6), on fera passer la courbe IFK, qui sera le développement du cintre de face du côté de AB (fig. 5). Pour avoir le développement MPL (fig. 6) de l'autre cintre de face, il suffira de faire toutes les longueurs IM, HN, GO, FP, etc., égales à KL (fig. 5). Les figures IMNH, HNOG, etc. (fig. 6), sont ce qu'on appelle les *panneaux de douelle*. Les figures qui, dans ce développement, sont bordées de hachures, sont les véritables formes des plans des coupes ou des joints des voussoirs; on les appelle *panneaux de joint*. Ces panneaux sont faciles à obtenir.

Supposons qu'il s'agisse d'obtenir le panneau PF*bc*, qui appartient à la coupe RS (fig. 5); on fera E*a* (fig. 6) égale à RS (fig. 5), et par le point *a* (fig. 6) on mènera la droite *ab* perpendiculaire à AB; on fera *ab* égale à *ti* (fig. 5), et on mènera la droite F*b* (fig. 6); par le point E on mènera la droite E*c* parallèle à F*b*, et le panneau demandé sera tracé. On s'y prendrait de la même manière pour avoir les autres.

La figure 7 représente un premier voussoir, et la figure 8 un second, renversé.

ÉPURE D'UN BERCEAU BIAIS DANS UN MUR EN TALUS.

157. Supposons que les droites AB, CD (fig. 9) soient les traces horizontales du mur en talus au travers duquel le berceau doit être pratiqué; supposons que la droite EH′ soit la projection horizontale de l'axe du berceau; prenons la ligne de terre GD perpendiculaire à la droite EH′; supposons que la projection verticale de la naissance du berceau soit sur cette ligne de terre, et que le demi-cercle GHI (qui pourrait être une courbe quelconque) soit le cintre principal de ce berceau; enfin supposons que la droite DV soit menée de manière à ce que l'angle VDT‴, qu'elle forme avec la ligne de terre, soit l'inclinaison de la face en talus du mur.

Cela posé, on divisera le cintre principal en un nombre impair de parties égales, et par les points de division I, P, Q, R, etc., on mènera les coupes et on abaissera les projections horizontales des arêtes de douelles et des extrémités des coupes, comme il a été expliqué au n° 155; ensuite on cherchera la projection horizontale L*e*N de l'intersection de la face en talus du mur avec l'intrados du berceau, c'est-à-dire la projection horizontale du cintre de face (n° 154) du berceau, du côté du talus.

Pour cela, on cherchera la projection horizontale du point où chaque arête de douelle va percer la face en talus du mur, et ce point sera l'un de ceux de la projection demandée.

Supposons qu'il s'agisse de l'arête de douelle dont la projection verticale est le point Q; par ce point Q on mènera la droite QX parallèle à la ligne de terre; par le point X où cette droite rencontrera la ligne de talus DV, on abaissera la perpendiculaire XY à la ligne de terre GD; du point D, comme centre, et avec le rayon DY, on décrira l'arc de cercle YZ, qu'on arrêtera à la droite DB perpendiculaire à CD; par le point Z on mènera la droite ZQ″ parallèle à CD, laquelle rencontrera la projection horizontale de l'arête de douelle en question au point Q′, qui sera la projection demandée.

On aurait les autres points de la courbe L*e*N de la même manière, en opérant sur les points successifs de division du cintre principal.

Pour avoir les projections horizontales des intersections des plans de coupe avec la face en talus, on n'aura qu'à chercher celles des points où les arêtes des extrémités des coupes vont percer cette face en talus.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de la coupe QT; par le point T on mènera la droite TT''^{iv}, parallèle à la ligne de terre; par le point T''^{iv}, où la droite rencontre la ligne de

talus DV, on abaissera la perpendiculaire T''^{iv} T''' à la ligne de terre; du point D, comme centre, et avec le rayon DT''', on décrira l'arc de cercle T''' T''; par le point T'' on mènera la droite T'' T' parallèle à CD, et le point T' où cette droite T'' T' rencontrera la projection horizontale de l'extrémité de coupe qui répond au point T, sera la projection horizontale du point où cette extrémité de coupe rencontre la face en talus : de sorte que la droite Q' T' sera la projection horizontale de l'intersection du plan de coupe avec la face en talus. On s'y prendrait de la même manière pour avoir les autres.

Supposons maintenant qu'on demande le rabattement L*f*N du cintre de face situé sur la face en talus.

Pour avoir, par exemple, le rabattement *a* du point Q', par ce dernier point on mènera la perpendiculaire Q'*a* à la droite CD, on fera *ea* égal à DX, et le point *a* appartiendra à la courbe L*fa*N. On aurait tous les autres de la même manière.

Quant au développement, et des panneaux de douelles et des panneaux de joints, on les obtiendra de la manière que nous avons expliquée au n° 156, avec cette différence qu'après avoir pris toutes les distances des sommets des douelles et des extrémités des coupes qui sont situés sur la face droite AB du mur, par rapport à la directrice *gh*, et les avoir portées sur le développement en contre-bas de la droite AB (fig. 10), pour avoir les points de la courbe CHD et les bords des panneaux de coupe situés du même côté que cette courbe, il faudra prendre, dans l'épure, les distances des différents points de la projection horizontale L*e*N, et des extrémités des coupes, par rapport à la droite *gh*, pour les porter en contre-haut de la droite AB du développement, afin d'avoir la courbe EGF et les bords supérieurs des panneaux de joint.

La figure 11 représente un premier voussoir de ce berceau en talus.

ÉPURE D'UN BERCEAU PRATIQUÉ DANS UN MUR CYLINDRIQUE DROIT.

158. Supposons que les arcs de cercle AB, CD (fig. 12), soient décrits du même centre Y, et soient les traces horizontales du mur cylindrique droit au travers duquel on veut pratiquer le berceau; supposons que la droite YH′, qui passe par le centre Y des traces horizontales du mur, soit la projection horizontale de l'axe du berceau; prenons la droite GI perpendiculaire à la droite YH′ pour ligne de terre, et supposons que le demi-cercle GHI (qui pourrait être une courbe quelconque) soit le cintre principal du berceau.

Cela posé, on divisera le cintre GHI en un nombre impair de parties égales, comme dans les autres berceaux qui précèdent; on mènera les coupes et les projections horizontales des arêtes de douelle et d'extrémités de coupe comme à l'ordinaire, et l'épure sera terminée.

Pour avoir le développement des panneaux des douelles, on procédera comme il a déjà été expliqué, c'est-à-dire qu'on prendra les distances de la droite VX (perpendiculaire à la projection YO de l'axe du berceau) aux points où les projections horizontales des arêtes des douelles rencontrent les traces horizontales CED, AOB des faces du mur, pour les porter en contre-bas et en contre-haut de la directrice AB du développement (fig. 13), ce qui donnera les points nécessaires pour décrire les courbes CHD, EGF.

Pour avoir les panneaux de joint, on s'y prendra comme il a été dit au n° 156; mais en observant que les plans de coupe rencontrant les faces du mur suivant des lignes courbes, il faudra, sur chacune, prendre au moins un point intermédiaire *a*, *b*, *c*, etc. (fig. 12), déterminer les projections horizontales des droites menées par ces points parallèlement aux arêtes de douelle, et opérer sur ces lignes et ces points comme s'ils appartenaient aux extrémités des coupes.

La figure 14 représente un premier voussoir de ce berceau.

ÉPURE D'UNE PORTE CONIQUE PRATIQUÉE A TRAVERS UN MUR CYLINDRIQUE DROIT.

158 *bis*. Supposons que les arcs de cercle AB, CD (fig. 15), décrits du même centre S, soient les traces horizontales du mur cylindrique droit au travers duquel on veut pratiquer la porte conique; soient les droites GI, KH, qui, prolongées, passeraient par le point S, les projections horizontales des tableaux des jambages de cette porte; son intrados sera une surface conique dont le sommet aura pour projection horizontale le centre S des circonférences de la base du mur. Menons la droite GH par les sommets G et H des pieds-droits, et supposons que sur cette droite soit élevé un plan vertical rencontrant l'intrados de la porte suivant une certaine courbe, que nous supposons ici être un demi-cercle, dont la projection verticale est le demi-cercle LOM, la ligne de terre LM étant parallèle à GH.

Cela posé, on divisera le demi-cercle LOM en un nombre impair de parties égales; par les points *a*, *b*, etc., de division, on mènera des droites au centre T du demi-cercle, lequel centre T est aussi la projection verticale du sommet de la surface conique; des mêmes points de division *a*, *b*, etc., on abaissera les perpendiculaires *ae*, *bd*, etc., à la ligne de terre LM; par les points *c*, *d*, etc., où ces perpendiculaires rencontreront la droite GH, et par le point S, on mènera les droites *eg*, *fh*, etc., qui seront les projections horizontales des arêtes de douelle de la porte conique. Cela fait, on cherchera les projections verticales LMN, QPR des deux cintres de face : le premier, en élevant par les points *e*, *f*, etc., où les projections horizontales des arêtes de douelle rencontrent la trace horizontale AEB de la face convexe du mur, les perpendiculaires *ei*, *fk*, etc., qui rencontreront les

projections verticales des coupes en des points *i*, *k*, etc.; par ces points et par les points M et L, on fera passer la courbe LNM, qui sera la projection verticale du cintre de face de la porte situé sur la face convexe.

Pour avoir la projection du second cintre de face, par les points *g*, *h*, etc., où les projections horizontales rencontrent la trace horizontale CFD de la face concave du mur, on élèvera les perpendiculaires *gl*, *hm*, etc., qui rencontreront les coupes aux points *l*, *m*, etc.; par ces points et par les points R et Q, on fera passer la courbe RPQ, qui sera la projection demandée.

Le procédé que nous venons de donner pour avoir les projections des cintres de face de la porte ne donne ni le sommet N, ni le sommet P. Pour avoir ces points, il suffira, par les points E et F, d'élever les droites EU, FV, perpendiculaires à l'axe SE, et de faire TN égal à EU et TP égal à FV.

Pour terminer l'épure, il ne reste plus qu'à abaisser des extrémités des coupes *n*, *o*, etc., les perpendiculaires *np*, *oq*, etc., à la ligne de terre LM, pour avoir les projections horizontales G*p*, *rq*, etc., de ces extrémités de coupe.

La figure 16 représente un premier voussoir de cette porte conique.

ÉPURE D'UNE TROMPE CONIQUE PRATIQUÉE DANS UNE ENCOIGNURE FORMÉE PAR DEUX MURS DROITS.

159. Supposons que la figure ABFEDC (fig. 17) soit la base de l'encoignure dans laquelle on veut pratiquer la trompe; soit la droite GH la trace horizontale d'un plan vertical dans lequel le cintre de face de la trompe doit être situé, cette droite GH formant un triangle isocèle GBH avec les droites GB, HB; menons la droite IM par le point I, milieu de GH, et par le point B, et prenons une ligne de terre KL, perpendiculaire à cette droite IM : le point B sera la projection horizontale du sommet de la surface conique

qui doit être l'intrados de la trompe, la droite BI la projection horizontale de l'axe de cette surface, et le point N la projection verticale du sommet de cette même surface.

Cela posé, par les points G et H on élèvera les droites GP, HO, perpendiculaires à la ligne de terre, et les droites KP, LO seront les projections verticales des intersections des faces intérieures des murs de l'encoignure avec le plan vertical élevé sur la droite GH. Du point N, comme centre, et avec le rayon NK, on décrira le demi-cercle KML, qui sera le cintre de face de la trompe. On divisera ce cintre en un nombre impair de parties égales, et par les points de division et le point N, on mènera les droites *b*S, *c*T, etc., qui seront à la fois les projections verticales, et des coupes et des arêtes de douelle. Par le point S, où la première coupe QS rencontre la verticale KP, on mènera l'horizontale SX, qui fixera la hauteur de la première assise du mur. On fera la même chose de l'autre côté, et on fixera ensuite la hauteur à laquelle il faudra mener l'horizontale PO. Des points de division Q, R, etc., du cintre de face, on abaissera les perpendiculaires QU, RV, etc., à la ligne de terre KL, lesquelles viendront rencontrer la droite GH en des points U, V, etc.; par ces points et par le point B, on mènera les droites U*g*, V*h*, etc., qui seront les projections horizontales des arêtes de douelle. Par les points S, T, etc., on mènera les droites SG, T*p*, etc., perpendiculaires à la ligne de terre; et les droites G*o*, *pn*, etc., seront les projections horizontales des extrémités de coupe.

L'épure serait finie si les voussoirs n'allaient pas se terminer à rien au sommet de la surface conique. Pour éviter cet inconvénient, on interpose une pierre demi-cylindrique dont la projection verticale est le demi-cercle *acd*, et qu'on nomme *trompillon*. Pour avoir la projection horizontale de la face de ce trompillon, des points *a* et *d* on abaissera les droites *ae*, *df*, perpendiculaires à la ligne de terre KL; elles

rencontreront les droites AB, FB aux points *e* et *f*, par lesquels on mènera la droite *ef*, qui devra être parallèle à GH; cette droite *ef* sera la projection demandée.

On aura les projections horizontales des arêtes des voussoirs qui doivent venir reposer sur la face cylindrique du trompillon, en abaissant des points *b*, *c*, etc., les droites *bg*, *ch*, etc., perpendiculaires à la ligne de terre, et les droites *el*, *gk*, *hi*, etc., seront les projections demandées.

La figure 18 représente un premier voussoir de la trompe.

ÉPURE D'UNE VOUTE EN ARC DE CLOITRE.

160. Supposons que le rectangle ABCD (fig. 19) soit formé par les traces horizontales des faces intérieures des murs d'une salle, et le rectangle EFGH par celles des faces extérieures des mêmes murs; concevons deux berceaux, l'un établi sur AD, BC, et l'autre sur AB, DC. Si les intersections de ces berceaux ont lieu dans des plans verticaux élevés sur les diagonales AC, BD, la voûte qui aura pour intrados les portions de surface cylindrique comprises entre ces plans verticaux sera une *voûte en arc de cloître.*

Cette condition fait dépendre les deux berceaux l'un de l'autre.

Supposons donc que le premier cintre KLM soit donné; on le divisera en un certain nombre impair de parties égales; des points de division *a*, *b*, *c*, etc., on abaissera des perpendiculaires à la ligne de terre KM (parallèle à AB); les portions *de*, *hi*, *mn*, etc., de ces perpendiculaires seront les projections horizontales des arêtes des douelles du premier berceau; on joindra les points *d* et *f*, *h* et *l*, *m* et *p*, etc., où ces projections horizontales rencontrent les diagonales AC, BD, par les droites *df*, *hl*, *mp*, etc., qui seront les projections horizontales des arêtes des douelles du second berceau. On prolongera ces dernières projections indéfiniment

au-dessus de la droite NP ; parallèle à FG ; on fera les hauteurs UT, XV, ZY, etc., respectivement égales à Q*a*, R*b*, S*c*, etc., et par les points N, T, V, Y, etc., on fera passer la courbe NOP, qui sera le cintre du second berceau.

Si le premier cintre KLM est un demi-cercle ou une demi-ellipse, le cintre NOP sera une demi-ellipse. Dans ce cas, par tous les points TVX, etc., on mènera à cette ellipse les normales (Géom. 72) TT', VV', YY', qui seront les coupes du second berceau. On déterminera l'*extrados* T'' O' P' d'après l'extrados VL'*x*, comme on a déterminé l'intrados NOP d'après l'intrados KLM.

Si l'on veut avoir la courbe d'intersection des deux intrados située dans le plan élevé sur la diagonale BD, on n'aura, par les points *d*, *h*, *m*, *o*, *k*, *g*, qu'à élever à cette droite BD les perpendiculaires *dr*, *hs*, *mt*, I*u*, etc., faire ces perpendiculaires respectivement égales à Q*a*, R*b*, S*c*, etc., et faire passer ensuite à la main la courbe B*u*D par les points B, *r*, *s*, *t*, *u*, etc.

La figure 20 représente un voussoir à deux branches de la première assise.

ÉPURE D'UNE VOUTE EN ARÊTIERS.

161. Supposons que les quatre rectangles ABCD, EFGH, IKLM et OPQR (fig. 21) soient la base de quatre piles isolées, ces bases étant disposées de manière à avoir chacune un angle commun avec le rectangle AHLR ; supposons que ces quatre piles ou piliers servent d'appuis à deux berceaux, que les génératrices de naissance de l'un aient pour projections horizontales les droites DCPQ, EFIM, et que les génératrices de naissance de l'autre aient pour projections horizontales les droites BCFG, OPIK ; qu'enfin ces deux berceaux se rencontrent de manière que les projections horizontales de leurs intersections soient les droites CI, FP ;

la voûte qui en résultera sera ce qu'on appelle une *voûte en arêtiers*.

On voit que l'intrados d'une voûte en arêtiers est d'une forme toute contraire à celle de l'intrados d'une voûte en arc de cloître. Par la comparaison des fig. 19 et 21, on voit aussi que les directions des projections horizontales des arêtes de douelle sont contraires, ce qui n'empêche pas qu'à cela près les méthodes pour tracer ces deux épures ne soient absolument les mêmes; ainsi il devient tout à fait inutile de donner une explication détaillée de la voûte en arêtiers.

Nous joignons (fig. 22) la forme d'un premier voussoir, qu'on trouvera contraire à celle d'une pierre (fig. 20) d'une voûte en arc de cloître.

ÉPURE D'UNE VOUTE SPHÉRIQUE.

162. Supposons que la figure ABCFED (fig. 23) soit la moitié de la base d'un mur cylindrique droit, les demi-circonférences ABC, DEF étant décrites du même centre G; supposons que la salle formée par ce mur cylindrique soit couverte par une voûte dont l'intrados soit une demi-surface sphérique, cette voûte portera le nom de cette surface.

L'épure d'une voûte sphérique, lorsque les assises des voussoirs sont comprises entre des plans horizontaux, ainsi qu'on doit le supposer toujours, comme étant ce qui convient le mieux, est d'une exécution facile.

Pour tracer cette épure, on prendra une ligne de terre HK parallèle au diamètre DF de la projection horizontale; par le centre G de cette projection horizontale, on élèvera la droite GI perpendiculaire à la ligne de terre HK; du point L, comme centre, et avec le rayon GA, on décrira le demi-cercle HIK qui sera le cintre de la voûte; on divisera ce cintre en un nombre impair de parties égales, et par les

points de division on mènera les droites MS, NR, PQ, qui seront les projections verticales des arêtes de douelle; par les mêmes points de division on mènera les coupes MU, NV, PY, etc., tendantes au centre L; on décrira l'arc de cercle VYZX d'un centre pris au-dessous du point L, et cet arc sera la courbe d'extrados; enfin, par les extrémités des coupes on mènera les droites UT, VX, YZ, qui seront les projections verticales des extrémités des coupes.

Pour avoir la projection horizontale des arêtes des douelles, par les points de division S, R, Q du cintre de la voûte, on abaissera les perpendiculaires SS', RR', QQ' à la ligne de terre; du centre G, et avec les rayons GS', GR', GQ', on décrira les demi-cercles S'S'''S'', R'R'''R'', Q'Q'''Q'', qui seront les demi-projections horizontales demandées.

On aura les projections horizontales CBA, X'X'''X'', Z'Z'''Z'' des extrémités des coupes par le même procédé.

Si l'on veut déterminer les projections des joints qui fixent les longueurs des voussoirs, on divisera, comme on voudra, les projections horizontales des arêtes des douelles, pourvu que d'une assise à l'autre ces joints soient alternatifs; par ces points de division, on mènera des droites au centre G, telles que *da* par exemple, et les parties de ces droites, telles que *ab*, *cd*, comprises entre les projections horizontales des arêtes des douelles d'une même assise, seront les projections horizontales de ces joints.

Pour avoir les projections verticales de ces joints, de ceux dont les projections horizontales sont sur la droite *da* par exemple, par les points *d*, *c*, *b*, *a*, on élèvera des perpendiculaires à la ligne de terre, qui donneront respectivement les points *e*, *f*, *g*, *h*; par ces points, on fera passer la courbe *efghi*, qui sera la projection verticale totale de l'intersection de l'intrados de la voûte sphérique avec un plan vertical élevé sur la droite *da*, et qui comprendra celles *ef*, *gh*, des joints situés dans le même plan.

On obtiendrait les projections verticales des autres joints de la même manière, ainsi qu'on le voit indiqué dans l'épure. La figure 24 représente un voussoir de la première assise.

ÉPURE D'UNE NICHE SPHÉRIQUE.

163. Soit le demi-cercle ACB (fig. 25) la trace horizontale de la face cylindrique de la niche, et la droite AB la trace horizontale de la face du mur droit dans lequel la niche doit être pratiquée. Prenons une ligne de terre MN parallèle à AB; par le centre D du demi-cercle ACB on élèvera la droite DO perpendiculaire à la ligne de terre; du point *a* comme centre, et avec le rayon DA, on décrira le demi-cercle MON qui sera le cintre de face de la niche. On divisera ce cintre comme à l'ordinaire, et par les points de division S, T, U, etc., et le centre *a*, on mènera les droites *b*S, *c*T, *d*U, etc., qui seront à la fois les projections verticales des coupes et des arêtes des douelles. On décrira le demi-cercle PQR, qui sera la projection verticale du trompillon, sur la surface cylindrique duquel les voussoirs de la niche viendront s'appuyer. Des points P et R on abaissera les droites PI, RK, perpendiculaires à la ligne de terre MN, lesquelles viendront rencontrer le demi-cercle ACB aux points I et K; par ces points on mènera la droite IK qui, parallèle à AB, sera la projection horizontale de l'arête PQR du trompillon.

Si l'on veut avoir les projections horizontales des arêtes de douelle, on mènera les droites EF, GH, etc., parallèles à AB; sur ces droites, on supposera élevés des plans verticaux qui rencontreront l'intrados de la niche suivant des demi-cercles *efg*, *hik*, etc., dont les diamètres seront respectivement égaux aux droites EF, GH, etc. Ces demi-cercles rencontreront les droites *b*S, *c*T, *d*U, etc., en des points par lesquels on abaissera des perpendiculaires à la ligne de terre; elles viendront rencontrer respectivement les droites AB,

EF, GH, IK en des points par lesquels on fera passer des courbes qui seront les projections demandées.

Ainsi, par exemple, s'il s'agit de l'arête dont la projection verticale est la droite *c*T, des points T, *l*, *m* et *c* on abaissera les droites T*p*, *lo*, *mn* et *cq*, perpendiculaires à la ligne de terre, et par les points *p*, *o*, *n*, *q*, où ces perpendiculaires viendront rencontrer les droites AB, EF, etc., on fera passer la courbe *ponq*, qui sera la projection demandée.

La figure 26 est un premier voussoir de cette niche.



ARCHITECTURE.

(Planches 8, 9, 10, 11 et 12.)

PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITIONS.

L'*architecture* est l'art d'élever des édifices qui remplissent bien tous les besoins de leur destination, et qui soient à la fois solides, commodes, agréables et salubres.

Dans cet abrégé des connaissances qui ont le dessin pour base, on n'attend pas de nous un cours complet d'architecture ; nous indiquerons seulement les règles les plus généralement observées et les caractères des cinq *ordres*.

TRACÉ DES MOULURES.

Comme introduction à l'étude des ordres, les élèves devront apprendre à tracer les moulures qui entrent dans leur formation. Nous leur présentons sur la planche 8 celles qui exigent quelque application pour être bien rendues. Les élèves devront les copier au double ou au triple de leur grandeur, afin de bien connaître la forme et la valeur respective de leurs parties. Nous avons indiqué par des lignes ponctuées les opérations de leur tracé ; nous parlons d'ailleurs à des élèves qui ont étudié la géométrie du compas : il serait donc superflu d'entrer ici dans des détails minutieux. Ainsi nous nous bornerons à faire connaître le nom et l'objet de chacune, afin que les élèves les retrouvent à la place qu'elles occupent dans les ordres.

Fig. 1re. *Quart de rond et baguette*, ainsi nommés à cause

de leur forme ronde; *listel*, bande, ou règle, ou filet carré et plat; *congé*, autrement dit *quart de rond* qui va, en se retirant, gagner le nu d'une colonne, d'un mur ou d'une face. Cette espèce de congé se nomme *renversé*.

Fig. 2. *Congé droit*, ainsi nommé par opposition à celui de la figure précédente; *listel*, baguette déjà décrite; *tore*, grosse moulure en demi-cercle qui prend son origine des cordages qu'on mettait aux troncs d'arbres employés comme colonnes, dans les premiers âges de l'architecture, afin de les empêcher d'éclater; *plinthe*, partie carrée, intermédiaire entre le dé et la base d'une colonne.

Fig. 3 et 4. *Doucine droite et doucine renversée*. Ces moulures se composent de deux parties, dont l'une est concave et l'autre convexe. La doucine droite s'emploie dans les corniches de différents ordres, la doucine renversée dans les soubassements.

Fig. 5 et 6. *Talon droit et talon renversé*. Cette moulure est, comme la doucine, formée de deux parties produisant ondulation, dont l'une est concave et l'autre convexe. Leur emploi est le même.

Fig. 7. *Scotie*, moulure ronde et creuse qui se place entre les tores de la base d'une colonne. L'obscurité dans laquelle elle se trouve toujours par sa position lui a fait donner par les Grecs le nom de *skotos*, d'où est dérivé celui qu'elle porte.

Fig. 8. *Cavet*, moulure creuse opposée au quart de rond et semblable au congé. Ce qui distingue le cavet du congé, c'est qu'il n'est pas invariable comme lui dans sa forme : sa cavité peut être moindre que le quart d'un rond.

Fig. 9. *Larmier avec mouchette*. Cette partie, de forme carrée, est toujours la plus saillante d'un entablement. Son nom lui vient de ce que sa fonction est d'empêcher l'eau de découler le long du mur de l'édifice, et de faire tomber cette eau goutte à goutte comme par larmes. Son plafond est tou-

jours creusé en forme de canal. C'est ce canal qu'on nomme *mouchette*.

Fig. 10. *Profil d'un modillon* ou d'une de ces espèces de consoles renversées qui se placent sous les plafonds des corniches pour en soutenir le poids.

Fig. 11 et 12. *Cannelures* ou cavités à plomb des colonnes et des pilastres. On nomme *cannelures creuses* ou *à côtes* celles (fig. 11) qui sont séparées par des listels auxquels on donne ordinairement un tiers de la cannelure ; et *cannelures à vive arête* celles (fig. 12) qui n'ont point de listels. Les premières sont employées indifféremment aux divers ordres d'architecture, excepté au toscan, qui n'en admet aucune ; mais les secondes sont particulièrement propres à l'ordre dorique. Selon le goût des architectes, les cannelures sont plus ou moins profondes.

ORDRES D'ARCHITECTURE.

Les Grecs ayant les premiers porté l'art de l'architecture au plus haut degré de perfection qu'il soit permis d'atteindre, les autres peuples ont pris à tâche d'imiter leurs monuments, et de l'étude réfléchie des chefs-d'œuvre élevés par les *Doriens*, les *Ioniens*, les *Corinthiens*, ils se sont formé des règles qui sont devenues la base de toute bonne architecture. Ces règles fondamentales ont reçu le nom d'*ordres*. Vitruve et les autres auteurs anciens n'ont admis que les trois ordres dont les trois peuples nommés ci-dessus ont fourni le type. A ces trois ordres primitifs les Romains en ajoutèrent deux : l'un, qu'ils empruntèrent aux Étrusques, fut nommé *toscan ;* l'autre, qu'ils crurent avoir inventé, et qui n'est qu'une combinaison de l'ionique et du corinthien, est celui que nous appelons *composite*. Ce sont ces cinq ordres que Vignole a commentés, et dont les proportions, déterminées par lui, sont aujourd'hui la base des études des élèves en architecture.

Ces ordres ayant chacun un caractère particulier de force, de légèreté ou de richesse, déterminé par la colonne et son entablement, qui en sont les parties principales et constitutives, l'usage de l'un ou de l'autre, dans telle ou telle circonstance, n'a pu être indifférent et abandonné au caprice. Voici comment les architectes modernes les ont répartis dans leurs monuments.

Le *toscan*, comme le plus solide, le plus simple de tous, a été employé aux casernes, aux prisons, aux arsenaux, aux châteaux d'eau, etc., etc.; le *dorique*, sévère et ferme, mais plus svelte, plus orné que le toscan, a été appliqué aux palais de justice, aux maisons de banque, de commerce, quelquefois aux théâtres; l'*ionique*, à cause de son élégante simplicité, a trouvé une place convenable dans les petits hôtels, les maisons de plaisance, les intérieurs d'habitations; le *corinthien* et le *romain* ou *composite*, comme les plus riches de tous, ont été employés pour les monuments qui exigent de la grandeur et de la magnificence, comme sont les palais des souverains, les grands édifices publics, etc.

1° ORDRE TOSCAN (Pl. 8).

Tous les ordres d'architecture sont composés de trois parties principales : la *colonne*, l'*entablement* qui la surmonte, et le *piédestal* qui la supporte. Dans le toscan, le dorique et l'ionique, l'entablement a le quart de la hauteur de la colonne avec sa base et son chapiteau, le piédestal le tiers. Ces trois parties principales se subdivisent ensuite en plusieurs autres qui ont aussi des proportions relatives et invariables, que l'élève saisira facilement sur notre planche, où nous avons eu soin de nommer et de coter chaque chose exactement. Seulement, avant de le laisser copier nos exemples, nous devons lui apprendre comment, sans le secours du mètre, du pied, ou de toute autre mesure connue, il devra établir l'échelle de proportion, dite *module*, au moyen de

laquelle on construit et mesure les ordres. Nous devons aussi lui recommander une fois pour toutes, lorsqu'il devra relever, d'après son échelle, une suite de mesures et de fractions de mesures, de partir toujours du même point et de prendre à la fois, autant qu'il sera possible, la mesure et la fraction : c'est-à-dire que s'il trace sur son dessin un membre d'architecture qui doive avoir 1 module et 3 parties, il devra prendre de suite sur son échelle, avec son compas, 1 module et 3 parties, et non 1 module, puis 3 parties. En opérant autrement, il trouverait dans son dessin des différences sensibles, dont il aurait ensuite peine à se rendre compte, et qui détruiraient toute l'harmonie des parties de l'ensemble.

Un module est le demi-diamètre d'une colonne; mais la colonne de chaque ordre ayant une proportion à elle qui détermine la hauteur de l'ordre entier, cette colonne se compose d'un nombre déterminé de diamètres, et ces diamètres se subdivisent à leur tour en un nombre déterminé de parties.

Pour l'ordre toscan, dont la colonne, y compris la base et le chapiteau, doit avoir 14 modules ou 7 diamètres de hauteur, le module se subdivise en 12 parties, comme on le verra sur notre planche, où nous avons tracé trois échelles de modules : la première, pour l'ordre entier présenté dans une petite dimension; la seconde, pour la mesure des grands détails; la troisième, pour les entrecolonnements, qu'il nous a fallu, faute de place, dessiner dans une proportion différente de celle des autres détails.

Indépendamment de l'échelle des modules, nous en avons établi une autre (voy. la ligne AB) de toute la hauteur de l'ordre. Celle-ci est divisée en 19 parties égales, au moyen desquelles l'élève peut voir d'un coup d'œil les rapports principaux que les grands membres de l'ordre ont entre eux. Cette échelle devra lui servir pour masser son

ordre, qu'il épurera ensuite d'après les cotes par modules et parties de module indiqués sur les détails présentés en grand. Il saura aussi que le diamètre d'une colonne ne commence à diminuer qu'à partir du premier tiers de sa hauteur.

2° ORDRE DORIQUE (Pl. 9).

Comme l'ordre toscan, des 19 parties égales de l'échelle AB, le dorique en prend 4 pour son piédestal et 3 pour son entablement. Mais les 12 autres parties, au lieu de se partager en 12 pour donner l'échelle du module, se divisent en 16. Ces quatre modules de plus dans une même hauteur rendent compte du plus de légèreté que présente l'ordre dorique, comparé au toscan. Le module se compose de 12 parties, comme pour l'ordre toscan.

Des deux exemples de l'ordre dorique publiés par Vignole, nous avons dû choisir celui qui est tiré du théâtre de Marcellus à Rome, comme étant le plus généralement adopté. L'autre se distingue de celui-ci par des *mutules*, espèces de modillons carrés placés au-dessus des *triglyphes* pour soutenir la corniche. Les moulures de l'ordre toscan étant différentes de celles que l'élève a déjà étudiées, nous allons les nommer et faire connaître leur forme et leur objet.

A. *Cavet*, déjà connu. B. *Denticules*, espèces de dents de forme carrée, dont l'une doit être toujours coupée par l'axe de la colonne. C. *Chapiteau des triglyphes*. D. *Triglyphes*, ornement saillant à trois rainures rentrantes. Il a dans son milieu deux canaux ou *glyphes* séparés par une côte ou listel, et à ses extrémités deux demi-canaux séparés comme les deux-canaux E. *Métopes*, carrés réguliers et renfoncés entre les triglyphes, qui reçoivent ordinairement des sculptures caractéristiques. F. *Gouttes*, ornement de sculpture en forme de goutte d'eau, placé au bas des tri-

glyphes, pour rappeler l'origine de ce membre d'architecture, qui, tenant lieu de la poutre sur laquelle reposaient les solives du plancher dont les denticules sont un souvenir, étaient garnies à leurs extrémités de petites rigoles prismatiques pour l'écoulement des eaux. G. *Annelets*, petits filets dont le nom rappelle l'usage du bracelet, qui est d'entourer une forme ronde. H. *Cannelures à vive arête*, variées de renfoncement. H' est celle selon Vitruve. Sur le plan de la base de la colonne, nous avons indiqué, par des lignes ponctuées et numérotées 1 à 5, la manière de relever par le plan les cannelures sur le fût de la colonne.

La base de cet ordre ne diffère de celle de l'ordre toscan que par la baguette qui en est la ceinture et le gros tore.

3° ORDRE IONIQUE (Pl. 9).

Pour avoir le module de cet ordre, il faut diviser en 18 parties les 12 de l'échelle AB comprises entre le piédestal et le dessous de l'architrave. L'une de ces parties se divise en 18 et non en 12, comme dans les deux ordres précédents, ce qui indique que la colonne de cet ordre est encore plus svelte que celle de l'ordre dorique.

Si l'entablement et le chapiteau de l'ordre ionique rapporté par Vignole satisfont tous les hommes de goût par les proportions relatives de toutes leurs parties, il n'en est pas de même de la base de la colonne, qui a toujours été un sujet de critique, et que l'on n'a presque jamais reproduite. Ses moulures n'ont aucun rapport entre elles. Nous avons remédié à ce défaut en substituant la base attique à celle de Vignole. Le tracé de la scotie présentant quelques difficultés, nous en avons indiqué l'opération fig. 3.

Manière de placer la volute du chapiteau et de la tracer.

Fig. 1re. On trouve la place que doit occuper le centre ou l'œil de la volute, en descendant une perpendiculaire, nommée *cadette*, du talon A, qui est à plomb sur la naissance du fût de la colonne, et en prolongeant la ligne supérieure de la baguette B du chapiteau. Le point où ces deux lignes se croisent à angle droit est le point cherché. Il sert à tracer le cercle qui forme l'œil, auquel on donne deux parties de module.

Fig. 2. Pour trouver les points de centre des portions de cercle dont se forme la volute, on commence par tracer dans le cercle nommé *œil* le carré vu d'angle C. Ce carré se subdivise ensuite en quatre parties égales, au moyen des deux diagonales D, qui, à leur tour, se partagent en 6 parties. Chacune de ces divisions étant un des points de centre pour l'opération du tracé, elles se numérotent depuis 1 jusqu'à 12 dans l'ordre de leur emploi. Ces points 1 à 12 servent à tracer la partie extérieure de la volute E. Ceux indiqués au-dessous des numéros, en les suivant dans le même ordre, servent à tracer la partie intérieure F. Ainsi, en posant la pointe du compas sur le point 1 et en l'ouvrant jusqu'à la lettre *a*, on décrira une portion de cercle jusqu'à *b*; puis, du point 2 à partir de *b*, une autre jusqu'à *c*; de même du point 3 jusqu'à *d*, et ainsi de suite, en ayant toujours soin de fermer le compas, à chaque opération, de la diminution chiffrée.

La volute doit avoir 16 parties de haut et 14 de large.

4° ORDRE CORINTHIEN (Pl. 10).

Pour avoir le module de cet ordre, il faut diviser toute sa hauteur en 32 parties égales; l'une d'elles sera le module, qui se divise ensuite en 18 parties. Le modèle de l'ordre corinthien que nous avons gravé, est celui composé

par Vignole d'après plusieurs édifices de l'ancienne Rome, dont il a comparé les principales parties; il est le plus conforme aux types de l'antiquité. Le chapiteau de cet ordre est le plus riche, le plus élégant, le plus magnifique de tous, et aussi celui où les architectes ont pu donner cours à leur imagination. Aussi ses variétés sont-elles infinies. Nous avons dû nous borner à faire connaître celui de Vignole.

Pour tracer le plan du chapiteau, il faut établir un carré A dont la diagonale ait quatre modules. Sur chacune de ces diagonales, on élèvera un triangle équilatéral B, qui servira à tracer la courbure du tailloir C. Par des lignes ponctuées, et descendues perpendiculairement des feuilles et des diverses moulures de l'élévation, on trouvera sur ce plan la place et les valeurs de chacune.

Les quatre parties du chapiteau dont nous donnons le plan rendent compte : D, des cannelures; E, des deux rangs de feuilles; F, des petites volutes et de la rose au-dessus; G, des caulicoles ou petites tiges contournées. Les noms que l'on donne aux différentes parties qui composent le chapiteau, sont : H, cymaises de l'abaque; I, abaque du chapiteau; J, grande volute; K, feuille des caulicoles; L, caulicoles; M, grandes feuilles; N, petites feuilles; O, rosace; PP, vase; Q, petites volutes.

5° ORDRE DU GRAND TEMPLE DE POESTUM (Pl. 10).

Si nous avions dû nous astreindre à suivre la marche ordinaire des études d'architecture, nous aurions à nous occuper maintenant de l'ordre composite, qui est le cinquième de ceux décrits par Vignole; mais, comme nous l'avons dit ailleurs, cet ordre ayant les mêmes proportions que le corinthien, et ne différant de lui que par son chapiteau, dans lequel on a introduit les volutes de l'ordre ionique, nous nous dispensons de le donner dans ses détails, et nous le

remplaçons par l'ordre de Pœstum, qui offre beaucoup plus d'originalité, quoiqu'il ne soit pas classique. Les matériaux que nous avons mis en œuvre pour le faire connaître sont tirés du bel ouvrage que Lagardette a publié sur les monuments antiques de la grande Grèce. Il ne nous appartient pas d'entrer dans les diverses comparaisons qui ont été faites entre ce temple et ceux du Parthénon et de Thésée ; nous dirons seulement qu'étant le plus simple des trois, nous avons dû le préférer pour cet ouvrage.

DÉTAILS D'ARCHITECTURE (Pl. 11).

Nous avons, autant que possible, réuni sur cette planche les membres et les détails d'architecture les plus en usage, en indiquant, par des divisions ponctuées ou numérotées, les moyens de donner à chacun les proportions qui leur conviennent.

CROISÉES.

Fig. 1re. A demi-cintre.
Fig. 2. Dite œil-de-bœuf.
Fig. 3. Mazzanine ou carré.
Fig. 4. Pour les soubassements.
Fig. 5. Pour une maison ordinaire.
Fig. 6. Porte ou croisée avec chambranle ou corniche.

ARCADES.

En règle générale, les arcades doivent avoir pour hauteur deux fois leur largeur; mais, suivant les localités, cette hauteur peut être de 2 fois, plus ou moins 1/4.

Fig. 7 et 8, conviennent pour une maison de roulage, de messagerie ou de douane, etc.

Fig. 9 et 10. Pour porte-cochère d'une maison avec entresol.

Fig. 11. Arcades, avec colonne engagée, pour boutiques, etc., etc.

SIGNES CONVENTIONNELS EMPLOYÉS DANS LES PLANS.

Cet ouvrage étant destiné aux jeunes élèves, nous avons cru devoir rendre compte de ces détails minutieux qui, dans le plan d'une maison, servent à indiquer l'usage ou la destination de ses différentes pièces.

Fig. 12. Fenêtre avec chambranle.

Fig. 13. Porte avec chambranle.

Fig. 14. Fenêtre simple.

Fig. 15. Cheminée avec chambranle.

Fig. 16. Cheminée à colonne.

Fig. 17. Niche prise dans l'épaisseur du mur, pour y placer un poêle.

Fig. 18. Four.

Fig. 19. Grande cheminée de cuisine.

Fig. 20. Fourneau.

Fig. 21. Pierre à évier.

Fig. 22. Puits.

Fig. 23. Auge pour recevoir l'eau d'un puits ou d'une pompe et servir d'abreuvoir.

Fig. 24. Lit dans une alcôve.

Fig. 25. Escalier. Les lignes ponctuées indiquent la partie supérieure de l'escalier.

Fig. 26. Billard.

Fig. 27. Remise pour une voiture.

Fig. 28. Écurie. Chaque division indique la place d'un cheval.

Fig. 29. Moyen de diminuer progressivement le fût d'une colonne. — On divise le fût de la colonne en trois parties égales : la première reste droite ; les deux autres se divisent à leur tour en six autres parties. On trace, sur le premier tiers AB, un demi-cercle C, et l'on y descend le diamètre de

la colonne prise au-dessous de l'astragale, c'est-à-dire un module, huit parties. La différence résultant de ce rapprochement avec le diamètre du premier tiers, qui est de deux modules, se divise en six sur la portion du cercle C où elle tombe. Chacune de ces divisions, correspondant à celle des deux tiers, en donne la diminution.

Fig. 30. Proportion d'un fronton, suivant Servio. Après avoir établi la saillie de la corniche AB, du point milieu C, on décrit un demi-cercle D, et du point d'intersection avec la verticale E, on en décrit un autre partant du point A et arrivant au point B. Son intersection avec le haut de la verticale E donne la hauteur du fronton F.

Fig. 31. Détails et ajustement de l'angle d'un fronton.

Fig. 32. Balustres. Leur proportion est subordonnée à l'emploi qu'on en veut faire, pour balcon, appui de fenêtre, terrasse de jardin, etc. Dans ce dernier cas, leur hauteur est ordinairement de 2 pieds. La distance d'un centre à l'autre est de 10 pouces.

Fig. 33. Échelle de réduction. Pour réduire une ligne quelconque AB à une grandeur voulue *ab*, on pose la pointe du compas sur le point B de la ligne d'opération, et, partant du point A, on trace un arc de cercle C. On prend ensuite la grandeur *ab*, et, posant la pointe du compas sur le point A, on décrit un arc de cercle qui coupe en D l'arc C. On joint les points D et B : les distances (1, 2), (3, 4) seront à *ab* comme les distances B1, B3 sont à AD.

Fig. 34. Échelle d'augmentation. La manière de tracer cette échelle est la même que celle de la figure précédente, etc. Les lettres de renvoi et les chiffres suffisent, nous le croyons, à son explication.

Fig. 35 et 36. Réduction au moyen de carreaux ou rectangles. L'inspection de la figure suffit pour indiquer en quoi consiste cette méthode.

Fig. 37, 38, 39, 40, 41 et 42. Corniches simples et à denticules, pour supporter les chêneaux et les combles.

Fig. 43, 44 et 45. Diverses combinaisons de *grecques* ou *guillochis*. On a ponctué, sur la figure 43, les lignes de construction. La ligne AB indique la coupe; la figure 44 est l'ajustement d'un angle.

Fig. 46. Entrelacs simple et double. Ils servent à orner les arcs doubleaux.

Fig. 47. Tore orné de doubles feuilles d'olivier et de bandelettes.

Fig. 48. Cimaise ou doucine droite ornée.

Fig. 49. Doucine renversée avec une baguette ornée.

Fig. 50. Quart de rond orné d'*oves* et de *langues de serpent*.

Fig. 51. Talon orné de *rais-de-cœur*, et soutenu par un rang de chapelets variés.

RÉSUMÉ DES PLANCHES D'ARCHITECTURE PRÉCÉDENTES (Pl. 12).

Pour résumer les quatre planches d'architecture précédentes, nous avons choisi deux maisons de Palladio et trois *casins*, ou petites maisons italiennes. Nous trouvons, dans la première, l'application de l'ordre ionique avec un fronton; dans la deuxième, le même ordre ionique, ayant pour soubassement l'ordre dorique; un portique avec arcades sans piédestal, diverses proportions de fenêtres, et plusieurs combinaisons de refends. Les coupes nous donnent aussi le moyen de rendre compte des planchers et des combles contenus dans les planches relatives à la charpente, qui vont suivre. Dans les petites maisons italiennes, on retrouve des ajustements d'arcades sur colonnes et pieds-droits, etc. Sur les plans de ces diverses maisons, nous avons placé, autant que cela nous a été possible, les signes conventionnels figurés sous les numéros 12, 13, 14, ..., 26 de la planche 11.

PERSPECTIVE.

(Planches 13 et 14.)

DÉFINITIONS ET PROBLÈMES.

164. Nous ne voyons les corps que lorsqu'ils sont éclairés et qu'ils peuvent renvoyer à notre œil une partie de la lumière qui frappe leurs surfaces.

165. Les corps visibles sont ou *lumineux* par eux-mêmes, ou *éclairés* par la lumière qu'ils reçoivent de quelque autre corps lumineux.

166. Il y a deux espèces de corps non lumineux par eux-mêmes : les uns se nomment *corps opaques*, et les autres *corps transparents*.

Les corps parfaitement opaques seraient ceux qui réfléchiraient toute la lumière qui viendrait frapper leurs surfaces, sans en laisser passer au travers de leur masse. Les corps parfaitement transparents, au contraire, seraient ceux qui laisseraient passer toute la lumière qu'ils recevraient, sans en réfléchir aucune partie. Mais la nature ne nous présente ni corps parfaitement opaque, ni corps parfaitement transparent ; de sorte que les corps que nous nommons opaques laissent toujours passer une quantité plus ou moins considérable de lumière à travers leur masse, et ceux que nous appelons transparents en réfléchissent plus ou moins.

167. Un corps est plus ou moins visible, selon qu'il réflé-

chit plus ou moins de lumière : aussi les corps sont-ils d'autant moins visibles qu'ils sont plus transparents.

168. On peut regarder la lumière comme composée d'une infinité de petits filets très-déliés, qui peuvent être considérés eux-mêmes comme autant de lignes droites mathématiques, qu'on appelle *rayons lumineux.*

169. Lorsqu'un rayon lumineux vient frapper obliquement une surface, il se réfléchit de l'autre côté, en faisant, avec la normale à la surface, un angle égal à celui que fait, avec cette normale, la première direction du rayon lumineux.

Le premier rayon se nomme rayon *incident*, et l'autre rayon *réfléchi.* Le premier angle s'appelle *angle d'incidence*, et l'autre *angle de réflexion.* Ainsi, l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.

170. Les rayons lumineux qu'un corps réfléchit vers notre œil viennent peindre l'image de ce corps sur notre rétine.

171. Ce qu'on appelle la *perspective* d'un corps, vue d'un point convenable, produit sur notre rétine la même image que si nous regardions le corps lui-même; de sorte qu'à la rigueur la perspective doit reproduire et la forme et les couleurs du corps.

Nous ne nous occuperons ici que de ce qui concerne la forme, et nous négligerons entièrement ce qui est relatif aux couleurs.

172. Les rayons lumineux qu'un corps réfléchit vers notre œil sont appelés, en perspective, *rayons visuels.*

173. Si nous supposons un point matériel dans l'espace et un plan vertical interposé entre ce point et l'œil du spectateur, le rayon visuel mené du point à l'œil percera le plan interposé en un point qui sera la perspective du point donné.

174. Si, au lieu d'un point, on considère un corps, ce corps peut être supposé enveloppé de toutes parts par une surface, ou pyramidale si le corps est terminé par des plans, ou conique si le corps est arrondi, laquelle surface se composera de l'ensemble de tous les rayons visuels menés des points extrêmes du corps, et aura pour sommet l'œil du spectateur. Si l'on interpose entre le corps et l'œil du spectateur un plan vertical, qu'on nomme le *tableau*, l'intersection de la pyramide ou du cône avec le tableau sera la perspective du corps.

175. Il y a deux méthodes principales pour obtenir la perspective d'un corps : l'une, que quelques auteurs appellent *pédestre*, consiste à couper par un plan vertical, qui est le tableau, la pyramide ou le cône visuel, à l'aide des procédés donnés en géométrie descriptive ; l'autre dépend de quelques principes que les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas d'exposer. Cependant nous allons tâcher d'expliquer les procédés employés pour avoir les perspectives de divers objets, de manière que, par analogie, on puisse faire ensuite la perspective de tel corps que l'on voudra.

176. *Proposons-nous, pour premier exemple, de tracer la perspective d'un carré.*

Solution. On mènera une droite quelconque AF (fig. 1) qui sera l'intersection du tableau avec la surface de la terre et que, pour cette raison, nous nommerons la *ligne de terre*. A cette ligne de terre, nous mènerons une parallèle CD, à une distance égale à la hauteur de l'œil du spectateur ; cette droite sera ce qu'on appelle la *ligne d'horizon*. Sur cette droite on marquera un point D, qu'on nommera le *centre du tableau* ou le *point de vue*. On marquera un autre point C sur la ligne d'horizon, à une distance DC du point de vue D, égale à celle de l'œil du spectateur au tableau. Le point C ainsi fixé prendra le nom de *point de distance*.

Cela posé, supposons que le carré EFGH soit celui qu'on veut mettre en perspective.

Comme les côtés EH, FG sont perpendiculaires à la ligne de terre AF, par les points E, F, on mènera les droites ED, FD au point de vue D, et ces droites seront les perspectives indéfinies de ces deux côtés EH, FG. Par le point F, on mènera au point de distance C la droite FC, qui sera la perspective indéfinie de la diagonale FH. Cette droite FC rencontrera ED en un point I, par lequel on mènera IK parallèle à la ligne de terre, et la figure EIKF sera la perspective demandée.

177. *Supposons maintenant que* AB (fig. 3) *soit la ligne de terre*, dV *la ligne d'horizon*, V *le point de vue*, d *le point de distance, et* CDEF *le carré qu'on veut mettre en perspective, sa diagonale* CE *étant perpendiculaire à la ligne de terre.*

Solution. Dans ce cas, on mènera par le point C la droite CV au point de vue : ce sera la perspective indéfinie de la diagonale CE ; on prolongera le côté EF du carré jusqu'à sa rencontre B avec la ligne de terre, et par les points C et B on mènera au point de distance les droites C*d*, B*d*, qui seront les perspectives indéfinies des côtés CD, FE ; par le point H, où la droite B*d* rencontre la droite CV, et le point A, où le côté ED prolongé rencontre la ligne de terre, on mènera la droite AH ; par le point I, où cette dernière rencontre la droite C*d*, on mènera la droite IG parallèle à la ligne de terre ; par le point G, où cette droite IG rencontre la droite B*d*, et par le point C, on mènera la droite CG, et la figure CIHG sera la perspective demandée.

178. *On demande la perspective d'une figure quelconque,* EFGHI (fig. 2) A' B' *étant la ligne de terre*, CD *la ligne d'horizon*, D *le point de vue, et* C *le point de distance.*

Solution. Des sommets de la figure donnée, on abaissera les perpendiculaires IA', E*f*, G*e*, H*d* et F*c* à la ligne de terre;

par les pieds de ces perpendiculaires, on mènera, au point de vue D, les droites A′ D, *f*D, *e*D, *d*D, *c*D, qui seront les perspectives indéfinies de ces perpendiculaires. Par les sommets de la figure donnée, on mènera les droites IK, HL, GM, EN, qu'on arrêtera à l'une, *c*F prolongée, des perpendiculaires à la ligne de terre; par les points de rencontre K, L, M, N, F on mènera les droites KB′, LR, MQ, NP, FO, à 45 degrés par rapport à la ligne de terre; par les points où ces droites rencontreront la ligne de terre, on mènera, au point de distance C, les droites B′Z, RU, Q*a*, PY, OS, qu'on arrêtera à la droite *c*D qui répond à la droite *c*K; par le point Z, on mènera la droite ZV parallèle à la ligne de terre, laquelle rencontrera la droite A′D en un point V qui sera la perspective du point I; par le point U, on mènera la droite U*b* parallèle à la ligne de terre, et le point *b* où cette droite rencontrera *d*D, sera la perspective du point H; on joindra les points V et *b* par la droite V*b*, qui sera la perspective du côté IH de la figure. On obtiendra de la même manière la perspective des autres côtés.

179. *Proposons-nous de tracer la perspective d'un cercle* acbe (fig. 4).

Solution. On mènera le diamètre *ab* parallèle à la ligne de terre AB; par le centre I, on mènera la droite *eg* à 45 degrés par rapport à la ligne de terre : cette droite *eg* rencontrera la circonférence du cercle en un point *f*; des extrémités du diamètre *ab*, des points *e* et *f* et du centre I, on abaissera les perpendiculaires *an*, *em*, I*l*, *fk*, et *bi* à la ligne de terre; par les pieds de ces perpendiculaires, on mènera au point de vue V les droites *n*V, *m*V, *l*V, *k*V, *i*V; par le point *g* et le point de distance *d*, on mènera la droite *gd*, qui coupera aux points *o*, *p*, *q*, *r* et *s* les droites menées au point de vue V; par ces points on mènera les droites *oz*, *py*, *vx*, *ur* et *st*, parallèles à la ligne de terre; ces droites rencontreront les

lignes menées au point de vue V, en des points par lesquels on fera passer à la main l'ellipse *zyxrtuvp* qui sera la perspective demandée.

Si l'on demandait la perspective *lkmnopqr* d'un octogone CDEFGHIK (fig. 5), on s'y prendrait d'une manière tout à fait semblable, ainsi qu'on peut le voir par la comparaison des deux figures.

180. S'il s'agissait de la perspective d'un hexagone DEFGHI (fig. 6), des sommets de ce polygone on abaisserait des perpendiculaires à la ligne de terre A′ B′, par les pieds desquelles on mènerait au point de vue V les droites *a*V, *b*V, *c*V, *e*V ; par les points I, K et E, on mènerait les droites IB′, KL, EM à 45 degrés par rapport à la ligne de terre ; par les points B′, L et M, et le point de distance *d*, on mènerait les droites B′*d*, L*d*, M*d*, qui rencontreraient aux points *h*, *l* et *k* la droite *b*V (qui répond à *b*I) ; par ces points on mènerait les droites *km*, *if*, et *hg* parallèles à la ligne de terre ; on mènerait les lignes *ih*, *ik*, *fg*, *fm*, et la figure *fghikm* serait la perspective demandée.

181. *Supposons maintenant qu'on veuille mettre en perspective un parquet formé par des carrés disposés parallèlement à la ligne de terre.*

Solution. Si la longueur AB (fig. 7), prise sur la ligne de terre, est celle du parquet, on divisera cette longueur en parties égales ; par les points de division, on mènera au point de vue V les droites AV, CV, DV, EV, FV, BV ; par le point B et le point de distance *d*, on mènera la droite B*d*, qui coupera les droites allant au point de vue en des points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, par lesquels on mènera des parallèles à la ligne de terre AB, et ces dernières droites rencontreront celles qui vont au point de vue, de manière à former les perspectives de tous les carrés qui composent un parquet carré dont la perspective est AB*fe*.

Si l'on voulait un autre parquet carré à la suite de celui-là, par le point *f* on mènerait au point de distance *d* la droite *fd*, qui couperait les droites allant au point de vue V en des points *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, par lesquels on mènerait des parallèles à la ligne de terre. On pourrait continuer ainsi de suite, aussi loin qu'on le voudrait.

182. *Mettons en perspective un parquet composé d'hexagones.*

Solution. Il faut observer que, dans un hexagone CDEFGH (fig. 8), le point I étant le centre, la diagonale CF est divisée par les points K, I, L en quatre parties égales.

Cela posé, supposons que la grandeur de l'hexagone soit donnée; on prendra le quart CK de la diagonale CF, que l'on portera autant de fois qu'on voudra sur la ligne de terre, de A en B; puis on prendra alternativement une et deux divisions, etc., de manière qu'on aura les points A, *a*, *b*, *c*, *d*, D, E, *f*, *g*, *h*, *i* et B, par lesquels on mènera des droites au point de vue V. Ensuite, comme DK égale KH, on prendra DK, qu'on portera sur la ligne de terre, à partir du point A, autant de fois qu'on voudra, ce qui donnera les points *k*, *l*, *m*, D, *n*, *o*, *p*, *q*, par lesquels et le point de distance *d'* on mènera les droites *kw*, *lz*, *my*, D*x*, etc., qui viendront rencontrer, aux points *w*, *z*, *y*, *x*, la droite AV; par ces points, on mènera des parallèles à la ligne de terre; ces parallèles rencontreront les droites allant au point de vue V, en des points par lesquels on mènera, comme on le voit, les lignes pleines qui déterminent les perspectives des hexagones dont le parquet se compose.

183. *Mettons en perspective un parquet composé d'octogones et de carrés.*

Solution. Soit CDEFGHIK (fig. 9) un octogone; on prendra la distance KL, pour la porter sur la ligne de terre AB, de A en *a;* la distance LM, pour la porter de *a* en *b;* la distance MN, pour la porter de *b* en *c*, et de *c* en *d*; la distance LM,

pour la porter de *d* en *e*; la distance MN, pour la porter de *e* en *f* et de *f* en *n*, et ainsi de suite alternativement. Ensuite, par les points A, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *n*, etc., on mènera des droites au point de vue, et des droites au point de distance *d'*; ces dernières rencontreront la droite AV aux points *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, etc., par lesquels on mènera des parallèles à la ligne de terre AB; elles rencontreront les droites qui vont au point de vue V, en des points par lesquels on mènera les lignes pleines qu'on voit dans le dessin, et qui achèveront la perspective demandée.

184. *Proposons-nous de tracer la perspective d'un cube.*

SOLUTION. Supposons que le carré CDEF (fig. 10) soit la projection horizontale du cube; on tracera, comme on le voit, un autre carré égal GHKI sur la ligne de terre; par les sommets de ce dernier carré, on mènera des droites au point de vue V; on prolongera la diagonale CE jusqu'en B; par ce point on mènera au point de distance la droite B*d*, qui rencontrera aux points *a* et *b* les droites HV, GV, par lesquelles on mènera les droites *ac*, *bd* parallèles à la ligne de terre, pour avoir la perspective *adbc* de la base du cube; par les sommets *c*, *a*, *d*, *b* de cette base on élèvera les droites *ch*, *af*, *de*, *bg*, qui rencontreront les droites KV, IV aux points *h*, *f*, *e* et *g*; on joindra *hf* et *ge*, et la perspective du cube sera terminée.

185. *Supposons maintenant qu'il s'agisse de mettre un cylindre droit en perspective.*

SOLUTION. Supposons que le cercle EFGH (fig. 11) soit la base du cylindre; on mettra d'abord ce cercle en perspective, comme il a été expliqué au n° 179, 1° en prenant la ligne de terre A′B′, et 2° en prenant une autre ligne de terre CD, parallèle à la première et menée à une distance égale à la hauteur du cylindre : la première perspective *abcmd* sera celle de la base inférieure, et l'autre *hgnfe* sera celle de la base supé-

rieure du cylindre. On joindra ensuite ces deux bases par les tangentes communes *ah*, *mn*, et la perspective sera terminée.

186. *Donnons la perspective d'une croix parallèle au tableau.*

SOLUTION. Supposons que le rectangle *abcd* (fig. 12) soit la projection horizontale de cette croix, le carré *efgh* étant le pied; on abaissera sur la ligne de terre AB les perpendiculaires *a*A, *gk*, *fi*, *b*B; par les points A, *k*, *i*, B, on mènera des droites au point de vue V; par les points *a*, *d*, on mènera les droites *al*, *dm* à 45 degrés par rapport à la ligne de terre AB; par les points *m*, *l*, on mènera des droites au point de distance *d'*; elles rencontreront la droite AV aux points *n* et *o*, par lesquels on mènera les droites *nq*, *op* parallèles à la ligne de terre; par les points *n*, *t*, *r*, *s*, *q*, *p*, *i* et B on élèvera des perpendiculaires à la ligne de terre; on fera la hauteur *it* égale à la hauteur qu'on voudra donner au sommet de la croix, et les hauteurs B*y*, B*y'* égales à celles du croisillon; par le point *t* et par le point de vue V, on mènera la droite *t*V, laquelle rencontrera les verticales *ru*, *sv* aux points *u* et *v*; par le point *u* on mènera la droite *ux* parallèle à la ligne de terre; par les points *y*, *y'* on mènera les droites *y*V, *y'*V, qui rencontreront les verticales *qz*, *pw* aux points *z* et *z'*, *w* et *w'*, par lesquels on mènera les droites *zz'''*, *z'z''* et *w'w''*; enfin on mènera la droite *z''w''* au point de vue, et la perpective de la croix sera terminée.

187. *Supposons qu'on demande la perspective d'une croix perpendiculaire au tableau.*

SOLUTION. Soit *abef* (fig. 13) la projection horizontale de cette croix; on prolongera les droites *be*, *af* jusqu'à la ligne de terre; par les points de rencontre *d* et *c*, on mènera au point de vue V les droites *d*V, *c*V; par les points *a*, *h*, *g* et *f* on mènera les droites *a*A', *hl*, *gk*, *fi* à 45 degrés; par les points A', *l*, *k*, *i* on mènera au point de distance *d''* les droites A'*d''*, *ld''*, *kd''*, *id''*; par les points *p*, *m* et *r* on mènera les

droites *pq*, *mn*, etc., parallèles à la ligne de terre, et par les points *p*, *m*, *o*, *r*, *q*, *n* on élèvera à la ligne de terre les perpendiculaires indéfinies *pt*, *mm'*, *oo'*, *rt'* et *qu* ; sur la droite *dz*, perpendiculaire à la ligne de terre, on portera la hauteur *dz* du sommet de la croix et celle *dy* et *dx* du croisillon ; par les points *z*, *y*, *x*, on mènera au point de vue V les droites *z*V, *y*V, *x*V ; par les points *n'*, *u*, *v* et *n''*, on mènera les droites *n'm'*, *ut*, *vs*, *m''n''*, parallèles à la ligne de terre, par les points *m''*, *m'*, *t*, les droites *m'o'*, *tt'*, *sr'* au point de vue V, et par le point *r'* la droite *r'r''* parallèle à la ligne de terre.

188. *Proposons-nous de mettre en perspective un escalier droit à deux montées opposées, réunies par un palier d'arrivée, au-dessus duquel se trouverait une porte.*

Solution. On dessinera, sur la ligne de terre AB (fig. 14), le profil ACDEFGHIKLMNO...... des marches et du pâlier LM ; par les points C, E, G, I, L, M, N, O, P, etc., on mènera au point de vue V des droites qui seront les perspectives indéfinies des arêtes de l'escalier. Pour avoir la perspective de l'intersection des marches avec le mur contre lequel l'escalier est supposé, de L en M on mènera la longueur des marches ; par le point M on portera la droite ML' au point de distance *d* ; par le point L' où cette droite rencontrera LL', on mènera L' M' parallèle à la ligne de terre ; par le point M' où cette dernière rencontrera la droite MM', on abaissera la perpendiculaire M' N' à la ligne de terre ; par le point N' où cette dernière rencontrera la droite NN', on mènera la droite N'O' parallèle à la ligne de terre, etc.

Soit D' le milieu de la largeur LM du palier ; à droite et à gauche de ce point D' on portera les distances D' E', D'C', égales à la moitié de la largeur de la porte ; par ces points on mènera des droites au point de vue V ; par les points F', I', où ces droites rencontreront la droite L' M', on élèvera les droites F' F'', I' I'', qu'on fera égales à deux fois la largeur

F′ I′; on mènera la droite F″ I″ parallèle à la ligne de terre; on fera C′ D′ égale à l'épaisseur du mur; par le point D′ on mènera la droite D′G′ au point de vue; par le point G′ on mènera au point de distance la droite G′ K′, qui viendra rencontrer au point K′ la droite F′ K′; par ce point on élèvera la verticale K′ K″; par le point F″ on mènera la droite F″K″ au point de vue; elle rencontrera la verticale K′K″ au point K″, par lequel on mènera l'horizontale K″ K‴, et tout sera terminé.

189. *Supposons que l'escalier soit le long d'un mur perpendiculaire au tableau.*

Solution. Soit b le point (fig. 15) où la face du mur vient rencontrer la ligne de terre bX; on fera ba égal à la longueur des marches; à partir du point a, on portera sur la ligne de terre les largeurs des marches ac, cd, de, ef, etc., celle fB du palier, celles Bk, ki, ih, hg, etc., des marches de l'autre côté de l'escalier; par les points b et a on mènera les droites bV, aV au point de vue; par les points c, d, e, f, B, k, i, h, g, on mènera des droites au point de distance d'', qui viendront rencontrer la droite aV aux points l, m, n, o, ..., t, par lesquels on élèvera les verticales ll'', mm'', nn'', etc.; sur la droite ao'', perpendiculaire à la ligne de terre, on portera les hauteurs des marches aa', $a'm'''$, $m'''n'''$, $n'''n^{\text{IV}}$, $n^{\text{IV}}o''$; par les points a', m''', n''', n^{IV}, o'', on mènera des droites au point de vue V, lesquelles donneront les dessus des marches $a'l'$, $l''m'$, $m''n'$, etc.; par les points a', l', l'', m', m'', n', etc., on mènera les parallèles $a'b'$, $l'u$, $l''u'$, $m'u''$, etc., à la ligne de terre, lesquelles seront les perspectives des marches.

Pour avoir les intersections des marches avec la face du mur, par le point b' on mènera la droite $b'u$ au point de vue V; par le point u, où cette droite rencontrera la droite $l'u$, on élèvera la verticale uu'; par le point u'' on mènera la droite $u'u''$ au point de vue, et par le point u'', où cette droite rencontrera la droite $m'u''$, on élèvera la verticale $u''v$, et ainsi de suite.

Pour avoir la perspective de la porte, à droite et à gauche du point milieu X de la largeur B*f* du palier, on portera les distances X*y*, X*z* égales à la moitié de la largeur de la porte; par les points *z*, *y*, on mènera les droites *zr*, *yq* au point de distance *d''*; on élèvera par les points *r*, *q* les verticales *rs*, *qp*; par les points *s*, *p* on mènera les droites *ss'*, *pp'* parallèles à la ligne de terre; par les points *s'*, *p'* on élèvera les droites *s's''*, *p'p''*; on fera la hauteur C'B' égale à celle de la porte, et par le point B' et le point de vue V on mènera la droite B' V, ce qui donnera *s''p''* pour la perspective de l'arête extérieure de la plate-bande. On fera C'D' égale à l'épaisseur du mur; on mènera la droite D'V, qui rencontrera la droite *s'w* au point *w*, par lequel on élèvera la verticale *ww'*; par le point *s''* on mènera l'horizontale *s''w'*, et par le point *w'* et le point de vue V on mènera la droite *w'w''*, et la perspective de la porte sera terminée.

190. *Proposons-nous d'avoir la perspective d'une niche, avec l'appareil des pierres.*

Solution. Supposons que le demi-cercle *acb* (fig. 16) soit la trace horizontale de la surface cylindrique de la niche; on cherchera d'abord sa perspective ACB, comme on le voit indiqué; on cherchera de même la perspective EDF du même demi-cercle, en prenant pour ligne de terre la droite EF qui est à la naissance de la voûte; du centre G on décrira le demi-cercle EHF, qui sera le cintre de face de la niche; on mènera à volonté les droites IL, MO, PR parallèles à la droite EF; des points où ces droites rencontreront la droite GV, comme centre, on décrira les demi-cercles IKL, MNO, PQR; on divisera ces demi-cercles et le cintre de face EHF en autant de parties égales qu'on voudra indiquer de voussoirs, et par les points de division on fera passer des courbes, telles que *defg*, qui seront les perspectives des arêtes des douelles de la niche. Ensuite, par les points de divi-

sion du cintre de face EHF, on mènera les coupes tendantes au centre G, et on disposera sur la face les lits des assises du mur qui viennent se raccorder avec les coupes, ainsi qu'on le voit dans le dessin.

On disposera aussi les assises de la face droite et de la face cylindrique au-dessous de la naissance de la voûte, d'abord en divisant en parties égales les arêtes AE, BF, et en menant, par ces points de division, des droites de chaque côté de l'ouverture de la niche. On descendra ensuite par les points I, M, D, O, L, des verticales comme DC, qu'on divisera en autant de parties égales, entre les points C et D, qu'on en aura dans AE ; enfin, on fera passer par les points de division correspondants les courbes *mhn*, *oip*, *qkr*, *tls*, qui seront les perspectives des joints des assises. On voit assez clairement dans le dessin comment on a obtenu les joints verticaux.

191. *Mettons en perspective deux ou trois arcades d'une galerie plafonnée intérieurement.*

Solution. Supposons que AB (fig. 17) soit la ligne de terre, que le rectangle ABEF soit la coupe faite en travers de la galerie par un plan vertical perpendiculaire à la longueur de cette galerie, que AC, BS soient les épaisseurs des murs, et que la largeur des arcades soit égale à la largeur AB de la galerie; soit *d'* V la ligne d'horizon, prenons le point de vue V sur la droite BE, afin que la perspective de ce côté de la galerie se réduise à la droite BE, pour n'avoir à nous occuper que des arcades opposées; enfin supposons que les piles de ces arcades soient à bases carrées.

Cela posé, on mènera, par les points C et A, les droites CV, AV, au point de vue V; par les points A, B et S, et le point G, milieu de AB, on mènera les droites A*d'*, G*d'*, B*d'* et S*d'* au point de distance *d'*, lesquelles rencontreront la droite

CV aux points *a*, *c*, *e* et *h*; par ces points, on mènera les droites *ab*, *cd*, *ek* et *hg*, et on aura les perspectives CA*ba*, *efgh* des bases des deux premières piles. Si l'on veut avoir la perspective *lmno* d'une autre pile, par le point *k* on mènera la droite *kd'* au point de distance, laquelle rencontrera les droites AV, CV aux points *l* et *n*, par lesquels on mènera les droites *lm*, *no* parallèles à la ligne de terre, et la figure *lmno* sera la perspective demandée. En prolongeant la droite *ml* jusqu'en *p*, comme nous avons prolongé la droite *ef* jusqu'en *k*, et menant, par le point *p*, une droite au point de distance, on obtiendrait les points de la perspective *qsrt*, et ainsi de suite, aussi loin qu'on voudrait aller.

Par les sommets des perspectives des bases, on élèvera des verticales qui seront les perspectives des arêtes des piles; ensuite on fixera la hauteur MN de la naissance des arcades; par les points M et N on mènera les droites MV, NV au point de vue V; on décrira le demi-cercle AHB, attendu que AB est le diamètre des arcades; du milieu H du quart de cercle BT, on abaissera la droite HI perpendiculaire à la ligne de terre; on fera les hauteurs MO, MQ, respectivement égales à IH, GT; on mènera les horizontales OP, QR, et l'on joindra ensuite les points O, P, Q, R, au point de vue V.

Cela fait, voici comment on obtiendra les perspectives des cintres de face de ces arcades.

Supposons qu'il s'agisse du cintre de face intérieur de la première arcade; on prolongera les droites *bb'*, *ff'* jusqu'à leur rencontre en *b''* et *f''* avec la droite RV; on élèvera la verticale *dd'*, qui rencontrera la droite NV au point *d'*; ce sera la perspective du centre du cintre en question; par le point *d'* et les points *b''* et *f''*, on mènera les droites *d'b''*, *d'f''*, qui rencontreront la droite PV aux points *u*, *v*; par ces points, les points *b'* et *f'* des naissances, et par le point *d''*, où la verticale *dd''* rencontre la droite RV, on fera passer la courbe *b'ud''vf'*, qui sera la perspective demandée. Pour avoir

les perspectives de tous les cintres de face des autres arcades, on s'y prendra de la même manière, ainsi qu'on le voit indiqué dans le dessin.

192. *Supposons que le rectangle* ABDC (fig. 18) *soit la section faite dans une salle, par un plan vertical parallèle au mur du fond, et que le plan de la partie de salle qui reste soit un carré. Déterminons d'abord la perspective de cette portion de la salle.*

Solution. Par les points A, B, C, D, on mènera les droites AF, BE, CG, DH, au point de vue; par le point B, on mènera la droite B*d'* au point de distance *d'*; par le point F, où cette dernière droite rencontrera la droite AV, on mènera la parallèle FE à la ligne de terre; par les points F, E, on élèvera les verticales FG, EH; par les points G et H, où ces verticales viendront respectivement rencontrer les droites CG, DH, on mènera la droite GH, qui devra être parallèle à la ligne de terre, et la perspective de la salle nue sera tracée.

Si l'on veut que le plafond soit orné de caissons, on les distribuera sur la droite CD, comme on le voit dans le dessin; par les points *a*, *c*, *e*, etc., on mènera des droites au point de vue V; par le point D on mènera la droite D*d'* au point de distance *d'*, et par les points *g*, *h*, *i*, etc., où cette droite rencontre celles qui vont au point de vue, on mènera les droites *gk*, *nl*, *om*, etc., parallèles à la ligne de terre, et la perspective de la forme des caissons sur le plafond même sera tracée. Pour marquer la profondeur des caissons, par les points *b*, *f*, *d*, etc., on mènera des droites au point de vue V; par les points tels que *n*, *q*, etc., on élèvera des verticales; par les points *p*, *r*, etc., où ces verticales coupent la droite *b*V, on mènera les droites *ps*, *rt*, etc., parallèles à la ligne de terre, etc., et la perspective des caissons sera terminée.

Si l'on voulait indiquer des ouvertures de porte, celle

qu'on voit dans le mur AFGC, on ferait AI égale à la distance à laquelle le premier jambage de la porte devrait se trouver, par rapport au point A, et IL égale à la largeur de cette porte; par les points I, L et le point de distance *d'*, on mènerait les droites IK, LO; par le point O, on mènerait la droite OP parallèle à la ligne de terre; par le point Q, on mènerait la droite QP au point de vue V; par les points K, O, P, on élèverait les verticales KM, ON, PR; on porterait la hauteur AT égale à celle de la porte; par le point T, on mènerait la droite TN au point de vue V; par le point N, l'horizontale NR, et par le point R, la droite RS, tendante au point de vue V.

Je crois inutile de dire comment on aurait la perspective de la porte opposée à celle que nous venons d'expliquer, ni même la perspective des fenêtres et de la porte qui sont dans le mur du fond de la salle.

Supposons qu'on demande la perspective de la porte entr'ouverte OO'N'N. On mènera la droite AA' de manière à lui faire faire, avec la ligne de terre, un angle A''AA' complément de celui que doit former la porte avec la face du mur, que nous supposerons de 45 degrés; on fera AA' égale à la largeur de la porte; du point A', on abaissera la droite A'A'' perpendiculaire à la ligne de terre; par le point A'' on mènera, au point de vue V, la droite A''O'; par le point O et le point de distance *d'*, on mènera la droite OO' qui rencontrera la droite A''V au point O', par lequel on élèvera la verticale O'N'; par le point N et le point de distance *d'*, on mènera la droite NN', et la perspective demandée sera tracée.

Supposons que la porte UZYX doive faire un angle de 45 degrés avec le mur du fond de la salle FEHG; par le point U et le point de vue V, on mènera la droite UU'; par le point U', on mènera la droite U'X', de manière que l'angle X''U'X' soit de 45 degrés; on fera U'X' égale à la largeur

de la porte; du point X', on abaissera la droite X'X'' perpendiculaire à la ligne de terre; par le point X'', on mènera, au point de vue V, la droite X''X, qui viendra rencontrer la droite UX au point X, par lequel on élèvera la verticale XY; par le point Z et le point de distance *d'*, on mènera la droite ZY, et la perspective UXYZ sera celle de la porte ouverte.

193. *Supposons, comme dans la figure* 18, *que la figure* ABCD (fig. 19) *soit la section faite, dans une salle rectangulaire, par un plan vertical parallèle à une des faces de la salle, et qu'on ait obtenu la perspective* AEFB *du parquet, celle* CHGD *du plafond supposé uni, et celles* ACHE, HGFE *et* GDBF *des trois faces des murs restants de la salle, comme il a été dit au numéro précédent.*

Supposons de plus que les faces de la salle soient ornées de niches égales descendant jusqu'au sol, et qu'il n'y en ait qu'une dans la largeur, et un certain nombre dans la longueur, mais dont on ne voit qu'une de chaque côté.

Solution. On aura la perspective de la niche du fond *abcdef*, comme il a été expliqué au nº **190**.

Pour avoir la perspective de la niche latérale *mnopl*, on décrira le demi-cercle *ghi*, de manière que la distance B*i* du point B, où la droite menée par le point de distance *d'* et le point E (un des sommets des angles de la salle) vient rencontrer la ligne de terre, soit égale à la largeur EL qui doit exister entre l'encoignure E et l'arête *l* de la niche. Cela fait, on divisera le demi-cercle *g*K*h*I*i* en autant de parties égales qu'on voudra; des points de division on abaissera des perpendiculaires KL, IM sur AB; par les points *g*, L, *k*, M et *i*, et le point de distance *d'*, on mènera les droites *gm*, L*r*, *kq*, M*s*, et *il*, qu'on arrêtera à la droite AV; par les points *r*, *q*, *s*, on mènera les droites *rv*, *qu*, *st*, parallèles à la ligne de terre; on fera les distances A*x*, A*y* respectivement

égales à LK, *kh;* par les points *x* et *y* et le point de vue V, on mènera les droites *x*V, *y*V, qui rencontreront les droites *rv*, *st* et *qu* aux points *v*, *u*, *t*, par lesquels et les points *m* et *l* on fera passer la courbe *mvutl*, qui sera la perspective du plan de la niche. Pour avoir la perspective *nop* du cintre de face de cette niche, on s'y prendra comme il a été expliqué au n° 191 pour les cintres de face des arcades dans la figure 17. On aura, de la même manière, la perspective de la niche opposée.

Supposons maintenant que le plafond soit formé par des solives disposées parallèlement au mur EFGH, et également espacées. Sur l'arête DC du plafond, et à partir du point D, on fera DN égal à la largeur d'une solive; on fera NO égale à l'espace compris entre deux solives, et ensuite on prendra la distance DO qu'on portera de N en P, de O en Q, de P en R, de R en T, etc., et par les points N, O, P, Q, R, T, etc., on mènera des droites au point de distance *d'*; elles viendront rencontrer la droite CH en des points par lesquels on mènera des droites parallèles à la ligne de terre; ce seront les perspectives des arêtes inférieures des solives. Le reste se conçoit sans peine.

194. *Supposons que la figure* ACEDB (fig. 20) *soit la coupe d'une galerie voûtée en arêtiers, et proposons-nous d'en tracer la perspective.*

Solution. Par les points F, A, B et G, on mènera des droites au point de vue V; par le point G et le point de distance *d'*, on mènera la droite G*d'*, qui rencontrera les droites BV, AV et FV respectivement aux points U, H et L, par lesquels on mènera les droites UKT, SHIX, LMN parallèles à la ligne de terre FG, et on aura les perspectives AKTF, SHML, NIX, UBG des bases des piles de la première voûte en arêtier. Si maintenant par le point X, on mène une droite X*d'* au point de distance *d'*, cette droite ren-

contrera, à son tour, les droites BV, AV, FV, respectivement aux points N, O, P, par lesquels on mènera des parallèles à la ligne de terre, et on aura les perspectives des bases de deux piles à la suite des précédentes ; en continuant de la même manière, on aurait les perspectives des bases d'autant de piles qu'on voudrait. Les diagonales KI, UH, MR, NO, etc., seront les perspectives des projections horizontales des arêtiers des voûtes.

Pour avoir la perspective de ces voûtes, on divisera le cintre CED en autant de parties égales qu'on voudra figurer d'assises dans les voûtes; par tous les points de division on mènera des droites au point de vue V, qui seront les perspectives indéfinies des arêtes des douelles; des mêmes points de division du cintre CED, on abaissera des perpendiculaires à la ligne de terre FG; par les pieds *a*, *b*, *c*, *d*, etc. de ces perpendiculaires, on mènera des droites au point de vue V, qui viendront rencontrer les diagonales KI, UH aux points *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, etc., par lesquels on mènera des parallèles à la ligne de terre; elles rencontreront la droite FV aux points *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, etc., par lesquels on élèvera des verticales indéfinies; par les points de division du cintre CED, on mènera des parallèles à la ligne de terre, qui viendront rencontrer la verticale FZ (prolongée) aux points *t*, *u*, *v* et *x*, par lesquels et le point Z on mènera des droites au point de vue V; elles rencontreront respectivement les verticales T*y*, *kp*, *lq*, *mr*, *ns*, etc., aux points *y*, *p*, *q*, *r*, *s*, etc., par lesquels on fera passer la courbe *yrz*, qui sera la perspective du cintre de face de la première arcade sur la face FZ; on trouverait les perspectives des cintres de toutes les autres arcades de la même manière, ainsi qu'on peut le voir indiqué par les lignes ponctuées pour la seconde. Cela fait, on aura les perspectives des arêtiers des voûtes, en menant par les points *y*, *p*, *q*, *r*, *s*, etc., des perspectives des cintres de face, des

parallèles à la ligne de terre FG, qui rencontreront respectivement les perspectives des arêtes des douelles aux points y', p', q', r', s', etc.; par ces points, on fera passer les courbes $y's'$I', H's'U', qui seront les perspectives des arêtiers. La figure indique suffisamment le reste.

195. *Proposons-nous maintenant de mettre en perspective un piédestal toscan vu de face.*

Solution. On commencera par dessiner le piédestal de face comme à l'ordinaire, ainsi qu'on le voit indiqué (fig. 21) par les lignes fortement ponctuées. Ensuite, pour mettre la base en perspective, par les points B, C, F, I, L, K, G, E, D et A, on mènera des droites au point de vue V; par le point B, on mènera la droite Bd' au point de distance d'; par le point O, où cette droite rencontrera la droite AV, on mènera la droite Ok parallèle à la ligne de terre AB, et la figure ABkO sera la perspective de la trace horizontale de la base du piédestal. On mènera les diagonales de cette perspective; des points I, L, on abaissera les droites IM, LN, perpendiculaires à la ligne de terre AB; par les points M, N, on mènera des droites au point de vue V, qui rencontreront respectivement les diagonales BO, kA, aux points a, b et l, m; par ces points, on élèvera les verticales ad, be et lg, mf, ki, qui rencontreront respectivement les droites menées au point de vue par les points C, F, I, L, aux points c, d, e et i, h, g, f; par les points c, d, e et i, on mènera les parallèles cp, dn, eo, ig, à la ligne de terre; les trois premières se termineront aux points p, n, o des droites Ep, Gn, Ko qui vont au point de vue V; on fera passer par les points n et o, d et e, g et f, les courbes no, de, gf, qui seront les perspectives des arêtes d'intersection des congés, et la perspective de la base du piédestal sera déterminée.

Pour avoir la perspective de la corniche, on procédera de la même manière, en prenant l'arête PQ pour ligne de terre.

196. S'il s'agissait du piédestal dorique, on suivrait la même méthode, ainsi que la figure 22 le fait voir. La seule inspection de cette figure expliquera suffisamment la perspective dont il s'agit. La distance AB est l'avancement du piédestal sur le nu de la façade, sur la face de laquelle les moulures de la base et de la corniche se continuent d'un piédestal à l'autre.

La méthode que nous venons d'expliquer pour avoir la perspective des piédestaux est applicable à toute sorte de corniches ou de bases, pourvu que les moulures soient droites.

REMARQUE GÉNÉRALE SUR LA PERSPECTIVE.

Pour qu'un dessin en perspective fasse un bon effet, il faut prendre la distance V*d'* au moins égale à deux fois la plus grande dimension du dessin; quand on prend cette distance encore plus grande, les effets sont plus gracieux; au contraire, si on la fait plus petite, les formes se dénaturent au point que, quand cette distance est très-petite, elles ne ressemblent plus à l'objet qu'on a voulu représenter. Quant à la hauteur de la ligne d'horizon, elle est arbitraire; cependant il vaut toujours mieux, dans les dessins ordinaires, la faire d'environ 2 mètres, hauteur de l'œil d'un homme d'une taille un peu élevée, parce que c'est ordinairement debout que nous contemplons les objets. Quant à la place du point de vue, elle ne doit pas s'éloigner beaucoup du milieu de la largeur du dessin.

TRACÉ DES OMBRES.

(**Planche 15.**)

DÉFINITIONS ET PROBLÈMES.

197. Puisque les corps opaques (Persp., n° 166) ne laissent pas passer la lumière au travers de leur masse, il est clair que lorsqu'un corps est exposé au soleil, tous les rayons de lumière qui viennent rencontrer sa surface se trouvent arrêtés dans leur marche, de sorte que, si l'on suppose une surface au delà du corps, ces rayons n'iront point éclairer cette surface, comme le feront ceux qui ne rencontreront pas le corps; il y aura donc une partie sur cette surface qui, si elle n'est pas entièrement privée de lumière, sera cependant beaucoup moins éclairée que les autres : cette partie sera ce qu'on appelle l'*ombre portée* du corps.

198. Les rayons lumineux qui glisseront autour de la surface du corps toucheront cette surface suivant des points dont l'ensemble composera une ligne qui partagera la surface du corps en deux parties, dont l'une sera éclairée et l'autre sera dans l'ombre. Trouver l'ombre propre d'un corps, c'est trouver cette ligne de partage.

199. Les rayons solaires forment entre eux un angle très-petit, et comme dans le tracé des ombres on ne considère que de très-petites longueurs de ces rayons, nous pouvons les supposer parallèles.

200. En architecture, on est convenu de supposer que la direction des rayons lumineux est telle, que les projections horizontale et verticale forment un angle de 45 degrés avec la ligne de terre; nous nous conformerons à cette convention, quoique les procédés que nous allons donner en soient indépendants. Passons à des exemples.

201. *Supposons* (fig. 1re) *que* AB *soit la ligne de terre, que* a *et* b *soient les projections d'un point matériel opaque situé dans l'espace, et proposons-nous de trouver l'ombre de ce point sur le plan vertical.*

Solution. Par les projections *a* et *b* du point, on mènera des droites *ad*, *bc* à 45 degrés, par rapport à la ligne de terre; par le point *c*, où *bc* rencontrera la ligne de terre, on élèvera la droite *cd* perpendiculaire à la ligne de terre, laquelle rencontrera *ad* au point *d*, qui sera l'ombre demandée.

202. *Supposons une ligne courbe quelconque dont les projections sont* CDG, HKM (fig. 2), AB *étant la ligne de terre, et proposons-nous d'avoir l'ombre de cette ligne.*

Solution. De différents points choisis sur la projection verticale, on abaissera les perpendiculaires HC, ID, KE, LF, MG, à la ligne de terre; par les points où ces droites rencontreront les projections de la ligne, on mènera des droites à 45 degrés, par rapport à la ligne de terre; par les points N, P, Q, R, B, où les droites analogues menées par les points correspondants de la projection horizontale rencontrent la ligne de terre, on élèvera les droites NX, PV, QU, RT, BS à la ligne de terre, lesquelles rencontreront respectivement les droites à 45 degrés menées par les points de la projection verticale aux points X, V, U, T et S; par ces points on fera passer la courbe XUS, qui sera l'ombre demandée.

203. Si l'on demandait l'ombre d'une ligne droite (fig. 3), il suffirait de trouver l'ombre de deux points, C et E, D et F, de cette droite, et de les joindre par une droite KH, qui serait l'ombre demandée.

Il pourrait se faire que l'ombre du point dont les projections sont D et F, au lieu de se trouver dans le plan vertical, tombât sur le plan horizontal, de manière que l'ombre de la droite se trouvât en partie sur les deux plans de projection. Dans ce cas, on supposera le plan horizontal transparent, et on obtiendra l'ombre H du point dont les projections sont D et F, comme si, en effet, cette ombre H pouvait se trouver au-dessous de la ligne de terre, et on joindra ce point H et le point K par la droite KH, qui rencontrera la ligne de terre au point I : la partie KI sera l'ombre sur le plan vertical, et, à partir du point I, commencera l'ombre sur le plan horizontal. Pour avoir, dans ce plan horizontal, l'ombre du point dont les projections sont les points D et F, par le point M, où la droite DM rencontre la ligne de terre, on mènera à cette dernière la perpendiculaire MG; elle rencontrera la droite FG au point G, qui sera l'ombre du point en question. On joindra ce point et le point I par la droite IG, qui sera l'ombre sur le plan horizontal.

204. S'il s'agissait d'une courbe portant son ombre à la fois sur les deux plans de projection, on commencerait par chercher l'ombre portée sur le plan vertical, jusqu'à ce que l'on eût dépassé la ligne de terre, jusqu'en *c* (fig. 4), par exemple, en supposant, comme ci-dessus, le plan horizontal transparent; on chercherait l'ombre des points suivants, sur le plan horizontal, en commençant par le point dont les projections sont les points F et M, et dont l'ombre est le point R : la courbe *a*RP serait l'ombre sur le plan horizontal, et la courbe *a*V l'ombre sur le plan vertical.

205. *Supposons qu'on nous donne les deux projections* ABED,

FrGa d'un cylindre droit (fig. 5), *et qu'on nous en demande l'ombre.*

SOLUTION. On mènera une droite *ac* à 45 degrés qui soit tangente à la base du cylindre; par le point *a* de contact, on élèvera la droite *ab* perpendiculaire à la ligne de terre, et la droite H*b* sera la ligne de partage entre la partie éclairée H*b*DA de la surface du cylindre, et la partie HBE*b* qui est dans l'ombre.

Pour avoir l'ombre portée de ce cylindre contre le plan vertical, on cherchera les projections verticales *b*, *f*, E d'une suite de points *a*, *e*, G, *i*, *m*, *r*, pris à volonté sur la base du cylindre; on mènera des rayons à 45 degrés par tous ces points; par les points *c*, *g*, *p*, *k*, *n*, *s*, où les rayons à 45 degrés menés dans la projection horizontale rencontrent la ligne de terre, on élèvera à cette dernière les perpendiculaires *cd*, *gh*, *pq*, *kl*, etc., qui rencontreront respectivement les rayons *bd*, *fh*, E*q*, aux points *d*, *h*, *q*, *l*, *o*, *u*, par lesquels on fera passer la courbe *dqu*, qui, avec la droite *cd*, donnera l'ombre demandée.

206. Si l'on nous donne un cylindre droit couronné par un tailloir carré (fig. 6), et qu'on nous en demande l'ombre, par le sommet *a* de la projection horizontale du tailloir, on mènera la droite *ab* à 45 degrés; par le point *b*, on élèvera la droite *bc* perpendiculaire à la ligne de terre; par le point *d*, on mènera la droite *dc* à 45 degrés, et la droite *cr* sera l'ombre portée de l'arête *as* du tailloir sur la surface du cylindre; on prendra le rayon *tb* de la base du cylindre; du point *c*, on décrira un arc de cercle en *g* qui coupera l'axe *tg* au point *g*; de ce point *g*, comme centre, on décrira l'arc de cercle *cf* qui sera l'ombre portée de l'arête *ai* du tailloir sur la surface du cylindre; on mènera la tangente *hl* à la base du cylindre, à 45 degrés, et, par le point *h* de contact, la droite *hf* perpendiculaire à la ligne de terre : la

droite *uf* sera la dernière partie de l'ombre propre du cylindre. Quant à l'ombre portée *lmnoq* sur le plan vertical, l'inspection de la figure indique suffisamment la manière de l'obtenir.

207. *Supposons un autre cylindre couronné par une espèce d'astragale cylindrique, et proposons-nous d'avoir l'ombre portée de cette astragale sur la surface du cylindre et sur le plan vertical.*

Solution. Par le point A, extrémité du diamètre AB de la base du cylindre, on mènera la droite A*a* à 45 degrés; on déterminera la projection verticale E du point *a*, par laquelle on mènera la droite E*k* à 45 degrés, et le point *k* sera le premier point de l'ombre. On prendra un point *b* quelconque sur la projection horizontale de l'astragale : on déterminera la projection verticale *l* de ce point; par ces deux points *b* et *l*, on mènera des rayons à 45 degrés; par le point *c*, on élèvera une perpendiculaire *cm* à la ligne de terre, qui rencontrera au point *m* le rayon *lm* appartenant à l'ombre. On continuera de la même manière pour autant de points qu'on voudra, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à un rayon *fg* qui soit tangent à la base du cylindre ; par le point de contact *g*, on élèvera les droites *gq*, *fp*; par le point *p*, on mènera le rayon *pq*, et le point *q* sera le dernier de l'ombre, qu'on fera passer par les points *k*, *m*, *q*. La droite D*q* sera la ligne de partage de l'ombre et du clair de la surface du cylindre.

Quant à l'ombre portée sur le plan vertical, les lignes ponctuées d'opération indiquent assez que la manière de procéder est toujours la même que dans les exemples précédents.

208. *Supposons une niche dont l'élévation est* DEFG (fig. 8), *et le plan le demi-cercle* ACB, *et proposons-nous d'en trouver l'ombre.*

Solution. On mènera la droite AC à 45 degrés; par le point C on élèvera la verticale CI, et la droite KI sera l'ombre portée de l'arête ED; du point H, milieu de EF, comme centre, on décrira le quart de cercle FI, et l'ombre sera terminée.

209. *Une arcade feinte, dont le plan du renfoncement est* ABCD (fig. 9), *et dont l'élévation est* EFGHI, *est donnée; on demande son ombre.*

Solution. Par le point A, on mènera le rayon AK à 45 degrés; par le point K, on élèvera la verticale KM; par le point de naissance F, on mènera FM à 45 degrés; par le point M, où FM rencontrera la droite LM, on mènera l'horizontale MO; par le centre N de l'arcade, on mènera le rayon NO; du point O, comme centre, avec le rayon NF, on décrira l'arc MP, et l'ombre sera déterminée.

210. *Trouver l'ombre de la projection horizontale d'un congé.*

Solution. Soient BC (fig. 10) le profil du congé, DEF la projection horizontale de l'arête inférieure de ce congé, IHG celle de l'arête supérieure, et HE celle de l'intersection des deux faces du congé.

Cela posé, par le centre A du congé, on mènera la droite A*a* à 45 degrés dans la direction contraire aux rayons lumineux, ce qui donnera le point *a* de contact du rayon lumineux tangent; de ce point *a*, on abaissera la perpendiculaire *ah* à la ligne de terre qui viendra rencontrer la droite HE au point *h;* ce sera le commencement de l'ombre. On mènera ensuite les cordes *bc*, *de*, à 45 degrés; des points *b*, *d*, on abaissera les droites *tg*, *df*, perpendiculaires à la ligne de terre; par les points *g*, *f*, on mènera les rayons à 45 degrés *gi*, *fk*, H*l;* des points *c*, *e*, on abaissera les droites *ci*, *ek*, perpendiculaires à la ligue de terre, lesquelles rencontreront respectivement les droites *gi*, *fk*, aux points *i*, *k*, *l;*

par ces points, on fera passer la courbe *hikl*, qui sera l'ombre demandée.

211. *Supposons qu'on nous demande l'ombre de la moulure représentée en projection verticale et en projection horizontale par la figure* 11.

SOLUTION. Pour avoir l'ombre propre des moulures, par le point *f* on mènera la droite *fg* à 45 degrés par rapport à la droite *f*H; par le point *g*, on mènera la droite *gh* parallèle à *f*H, et cette droite *gh* sera l'ombre portée de l'arête *f*H sur la cymaise. Parallèlement à *fg*, on mènera une tangente *qv* à la partie convexe de la cymaise; par le point de contact *q*, on mènera la droite *q*E parallèle à *f*H, et cette droite *q*E sera la ligne de partage entre la partie éclairée et la partie dans l'ombre de la partie inférieure de la cymaise; par le point *v*, où la droite *qv* rencontre la face du filet, on mènera l'horizontale *v*F, qui sera l'ombre portée de la ligne *q*E sur le filet. Par l'arête I du filet, on mènera IA parallèle à *fg;* par le point A, on mènera horizontalement AG, qui sera l'ombre de l'arête inférieure du filet.

La figure montre suffisamment comment il faudra opérer pour avoir l'ombre portée de cette moulure sur le plan vertical.

212. *Supposons qu'on nous demande l'ombre de la moulure dont la figure* 12 *est la projection verticale.*

SOLUTION. Par le point *a*, on mènera la droite *ab* à 45 degrés; par le point *b*, on mènera la droite *bc* parallèle à *ad*, et cette droite *bc* sera l'ombre de l'arête *ad;* on mènera à 45 degrés la tangente *ef;* par le point de contact *e* et le point *f*, on mènera les horizontales *el*, *fg;* enfin, par le point *h*, on mènera la droite *hi* parallèle à *ef*, et par le point *i* l'horizontale *ik*.

213. Pour avoir l'ombre de la moulure dont la figure 13

est la projection verticale, il n'y a aucune difficulté, d'après ce qui précède.

214. *Proposons-nous de tracer l'ombre du fronton dont la projection verticale est la figure* 14.

Solution. Pour avoir l'ombre portée du larmier et des modillons de la corniche horizontale, par les points A, B, on mènera les droites AC, BD, à 45 degrés; par les points C et D, on mènera les horizontales CE, DF; par le point O, où la droite AC rencontre la face OB des modillons, on mènera une horizontale qui donnera l'ombre portée de l'arête inférieure du larmier sur les têtes des modillons; par les sommets de ces derniers, on mènera des droites à 45 degrés, comme on le voit dans le dessin; ces droites, par leurs rencontres avec les horizontales CE, DF, donneront les ombres portées des modillons et de l'arête inférieure du larmier sur la frise.

Pour avoir l'ombre portée dans le tympan du fronton par l'arête inférieure du larmier et par les modillons de la corniche inclinée, on prendra un point *e* sur l'arête supérieure de la cymaise du fronton ; par ce point *e*, on mènera une verticale *em* et une horizontale *eh;* sur cette dernière, on fera les distances *ef*, *eg* et *eh*, respectivement égales à *dc*, *db* et *da;* par les points *f*, *g*, *h*, on mènera des verticales; par le point *k*, où celle menée par le point *f* rencontrera la droite qui passe par l'arête inférieure des modillons inclinés, on mènera une droite *km* à 45 degrés, qui rencontrera la verticale *em* au point *m*, par lequel on mènera une parallèle *vs* à la pente du fronton; par le point *i*, où la verticale *gi* rencontre l'arête inférieure du larmier, on mènera la droite *il* à 45 degrés; elle rencontrera la verticale *em* au point *l*, par lequel on mènera la droite *xr* parallèle à la pente du fronton; par les points *p* et *q*, on mènera à 45 degrés les droites *pr*, *qs*, qui viendront rencontrer les droites *xr*, *vs*

respectivement aux points *r* et *s*, par lesquels on mènera les parallèles *ru*, *st*, à la seconde pente du fronton; enfin, par les sommets des modillons en pente, on mènera des droites à 45 degrés, comme on le voit dans la gravure, et l'ombre portée sera terminée.

Quand on ne tient pas à avoir ces ombres portées très-rigoureusement, on peut avoir les droites *xr*, *vs*, en menant, par les points C et D, des parallèles à la pente du fronton.

215 *Pour dernier exemple, proposons-nous de tracer l'ombre d'une niche sphérique* (fig. 15).

Solution. Par le point B, menons le rayon BC à 45 degrés; par le point C, élevons la verticale CE; par le point A de naissance, menons le rayon AE, et le point E sera l'ombre du point A.

Prenons les deux projections G et H d'un point du cintre de face de la niche; par le point H, menons le rayon HI; par le point I, élevons la verticale IK; par le point G, menons le rayon GK, et le point K sera l'ombre du point G. Déterminons de même les points P et F; ce dernier serait l'ombre du point Q, si ce point F n'était pas au-dessus de la naissance AO de la voûte. Toutefois on supposera que la surface cylindrique de la niche se prolonge au-dessus de la naissance, et alors le point F sera l'ombre fictive du point Q; par les points E, K, P, F, on fera passer la courbe EKPF, qui viendra couper la naissance au point T'.

Cela fait, pour avoir l'ombre dans l'intrados même de la voûte, on mènera un certain nombre d'horizontales *ab*, *cd*, *ef;* des extrémités *b*, *d*, *f* de ces horizontales, on abaissera les perpendiculaires *bi*, *dh*, *fg*, à la ligne de terre; du centre O' et avec les rayons O'*i*, O'*h*, O'*g*, on décrira les quarts de cercle *im*, *hl*, *gk;* on prendra les projections U et V d'un point du cintre de face; par le point V, on mènera le rayon VX; par les points *n*, *s*, *t*, on élèvera les verticales X*o*, *np*,

sq, *tr*, qui rencontreront les horizontales *ab*, *cd*, *ef* aux points *o*, *p*, *q*, *r*, par lesquels on fera passer la courbe *opqr*U ; par le point U, on mènera un rayon UU′; il rencontrera la courbe *opqr*U au point U′, qui sera l'ombre du point U. On déterminera de même les points *u*″, Y″, qui seront les ombres des points *u*′, Y′. Enfin on mènera un rayon à 45 degrés qui soit tangent au cintre de face de la niche, et par le point de contact *m*′ de cette tangente, et par les points Y″, *u*″, U′ et T″, on fera passer la courbe *m*′Y″*u*″U′T″, qui, avec la courbe EKPT″, formera l'ombre demandée.

Il reste sans doute encore beaucoup de choses à dire sur le tracé des ombres, mais les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de nous étendre davantage.



CHARPENTE.

(Planches 16, 17, 18 et 19.)

PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITIONS.

L'objet de la *charpenterie* est de faire toutes les espèces d'ouvrages en bois qui sont destinés à résister à des efforts plus ou moins considérables. Tels sont les planchers, les pans de bois, les combles, les voûtes, les escaliers en bois, les échafaudages, les étayements et les machines propres à transporter et à élever de grands fardeaux, etc., etc.

Nous sommes loin d'avoir la prétention de faire ici un cours complet des éléments de cet art; nous nous proposons seulement de donner quelques exemples des choses qui se font le plus ordinairement, en indiquant certaines dispositions qu'on doit éviter, comme étant trop compliquées ou pas assez solides.

Nous commencerons par l'explication des diverses espèces d'assemblages qui sont le plus en usage, en nous servant des termes techniques, avec lesquels l'élève fera bien de se familiariser.

Nous distinguerons plusieurs espèces d'assemblages: assemblages de bois debout, à angles droits par entailles, à tenon et mortaise, bout à bout, à traits de Jupiter, à double coupe et à double clef.

ASSEMBLAGES, PLANCHERS ET PANS DE BOIS.

Assemblages de bois debout (Pl. 16).

Fig. 1re. Assemblage dit *enture*, à un tenon A.

Fig. 2. Poteau carré, enté à mortaise entaillée, et tenon épaulé à l'une de ses faces AA.

Fig. 3. Assemblage de deux pièces de bois entées à mortaises et entaillées en équerre AA, BB.

Fig. 4. Poteau enté à double enfourchement, formé de quatre entailles qui reçoivent les quatre tenons épaulés 1, 2, 3, 4.

Fig. 5. Assemblage à tenon et mortaise, le plus usité dans les ouvrages de charpente pour faire des barrières ou garde-fous.

Assemblages à angles droits par entailles (Pl. 16).

Les *fig.* 6, 7, 8 et 9 indiquent quatre sortes de procédés pour exécuter l'assemblage par simple entaille à mi-bois. Celui de la *fig.* 6 s'emploie pour les bois qui n'ont besoin que de porter l'un sur l'autre et n'ont pas de tirage à éprouver. Ceux des *fig.* 6, 7, 8 et 9 conviennent aux cas où l'on peut craindre l'écartement ou la disjonction de l'assemblage.

Fig. 6. La pièce A ayant été évidée carrément à moitié bois, on fait, au bout de la pièce B, un tenon carré exactement des mêmes dimensions que l'évidement 1, 2, 3, 4 que doit remplir la pièce A, afin que, le tenon étant dans l'entaille, l'affleurement des deux pièces de bois ait lieu partout.

Fig. 7. Cet assemblagé diffère du précédent, en ce que l'on a retranché deux prismes à base triangulaire 1, 2, 3 et 4, 5, 6, pour lui donner la forme de queue.

La *fig.* 8 présente la même forme en queue que la *fig* 7; mais au moyen de deux petites parties 1 et 2 réservées, cet assemblage, lorsque le tenon est dans la mortaise, ressemble à celui de la *fig.* 6, la forme de queue ayant disparu.

Dans la *fig.* 9, on a fait un premier évidement 1 et 2 moindre que la moitié de l'épaisseur de la pièce A ; ensuite un

second entaillé 3 et 4 a été approfondi pour ménager la nervure K. Cet assemblage, diminuant la force de la pièce B, qui se trouve ainsi entaillée de plus de la moitié de l'épaisseur du bois, ne peut être employé sans inconvénient que lorsqu'il répond à un point d'appui.

Fig. 10. Lorsque deux pièces de bois se croisent, on évide une entaille, dans la pièce A, de la moitié de son épaisseur 1, 2, 3, 4, et on lui donne la largeur de la pièce B. Ayant fait une semblable entaille à la pièce B, on les réunit comme l'indique la projection des lignes ponctuées.

Assemblages à tenon et mortaise (Pl. 16).

L'assemblage *à tenon et mortaise* est le plus usité dans la charpenterie. On donne ordinairement au tenon le tiers de l'épaisseur de la pièce de bois dans laquelle il est pris; la mortaise doit être exactement de la largeur et de la profondeur du tenon qui doit la remplir. Sa profondeur est presque toujours des deux tiers de la pièce dans laquelle elle est creusée. On ne doit jamais lui donner les trois quarts, surtout si la pièce qui porte le tenon est destinée à être posée debout.

Dans la *fig.* 11 sont deux pièces A, B, assemblées au moyen de la mortaise R et du tenon 1, 2, 3, 4, 5, 6.

La *fig.* 12 est un assemblage à double tenon et mortaise. Cet assemblage est plus fort que celui à tenon simple. Il est préféré pour les pièces qui ont un fardeau à supporter.

La *fig.* 13 est un assemblage à tenon et mortaise, avec renfort à mordant ou *mors-d'âne*, pièce A. Au lieu d'évider carrément l'épaulement, on le taille obliquement, 1, 2, à partir de la même ligne du tracé, en sorte qu'il forme, sur le tenon 3, un renfort qui s'y avance plus ou moins et lui procure plus de force, surtout si les deux pièces, par leur position, poussent l'une sur l'autre. La pièce B présente la

mortaise évidée sur le tracé du tenon. Ce renfort produirait un meilleur effet, s'il était ménagé en dessous.

La *fig.* 14 indique un assemblage à double paume grasse et à double repos. Cet assemblage s'emploie dans quelques pièces d'étayement ou de cintre de voûte. La pièce A indique les deux paumes grasses 1, 2 et 3, ainsi nommées à cause de leur inclinaison.

Assemblages bout à bout (Pl. 16).

Fig. 15. Lorsque des pièces de bois doivent être assemblées bout à bout, comme cela se pratique pour les plates-formes, etc., etc., on entaille carrément à mi-bois le bout des pièces A et B; c'est le plus simple des assemblages de cette espèce.

Fig. 16. La base de cet assemblage est un trapèze 1, 2, 3, 4, nommé *queue d'aronde* (ou queue). Cet assemblage offre beaucoup de résistance dans le sens longitudinal.

Fig. 17. Assemblage à double queue d'aronde qui s'exécute à mi-bois, comme le précédent.

Assemblage à traits de Jupiter (Pl. 16).

Le *trait de Jupiter*, ainsi nommé par allusion au trait de la foudre dont il a la figure, est un assemblage à bisentailles simples et obliques, consolidé par des coins ou clefs qui serrent le joint. Il convient moins aux pièces de bois qui doivent porter qu'à celles destinées à tirer.

La *fig.* 18 est la projection horizontale et la vue perspective des deux pièces de bois AB, et leur réunion. Les lignes ponctuées, qui joignent les points 1, 2, 3, 4, 5 et 6, rendent compte de la profondeur et de l'inclinaison des entailles, et montrent qu'après leur mise en place les deux pièces n'en font qu'une, dont les joints seront d'autant mieux serrés, qu'on aura enfoncé plus fortement un coin C au milieu de l'assemblage.

La *fig.* 19 est un assemblage pareil au précédent, avec cette différence qu'on a réservé des tenons 1, 2, aux bouts du joint 3, 4, qui entrent dans des mortaises 5, 6, ce qui empêche tout glissement de l'une sur l'autre des surfaces taillées, lesquelles se rapprochent par l'effort de la clef. La figure supérieure AB indique l'assemblage quand les pièces sont réunies.

La *fig.* 20 représente un trait de Jupiter à double coupe et à deux clefs, avec un étrier en fer dans le milieu de la longueur de l'assemblage.

Des poutres armées (Pl. 16).

La *fig.* 21 est le plan, l'élévation et la coupe d'une poutre composée de deux pièces de bois AB, posées l'une contre l'autre. C présente l'assemblage des *poutres armées*, et DD les deux arbalétriers placés dans des entailles faites à l'intérieur des deux pièces composant la poutre. Ces arbalétriers ont leur bout supérieur buté contre le poinçon E, et tout est boulonné ensemble.

La *fig.* 22 est un autre genre de poutre armée. A représente l'intérieur d'une des deux pièces de bois dont la poutre est formée, et fait voir l'âme B en fer forgé d'un seul morceau, qui est incrustée dedans, et se trouve butée en C, par un talon en fer placé dans les entailles faites aux pièces de bois pour supporter la poussée. D est une partie de la poutre qui recouvre la première pièce de bois, avec laquelle elle est boulonnée.

Fig. 23. Poutre composée de deux pièces de bois AB, qui sont superposées l'une à l'autre, et dont les surfaces de contact sont taillées en crémaillère, avec des vides conservés pour introduire les clefs de pression 1, 2, 3 et 4. Quelquefois on met dans les joints des lames de plomb, pour empêcher le bois de s'échauffer par le contact; le tout est fixé avec des boulons à écrous. D présente le plan de la poutre.

Composition des planchers ordinaires et à compartiments (Pl. 16).

La *fig.* 24 est un plancher ordinaire, composé de deux *solives d'enchevêtrure* AA, scellées dans le mur; d'un *chevêtre* B; d'un châssis CD en fer forgé, formé de bandes nommées *trémies*, qui servent à soutenir l'âtre de la cheminée; de quatre *linçoirs* E, supportés par des étriers en fer 2, 3, 5, 6, comme le chevêtre B l'est par les étriers 1, 4. Les solives de remplissage F complètent le plancher.

Les *fig.* 25 et 26 présentent deux systèmes de planchers faits en bois de différentes longueurs et grosseurs. Quatre coyers A, scellés dans le mur, reçoivent les assemblages des poutrelles B. Ces quatre poutrelles reçoivent, à leur tour, les solives CC, qui complètent la base de cette construction. Les solives DD et les soliveaux EE remplissent le reste de l'espace. Le mérite de ce système consiste en ce qu'il permet d'employer des bois de toute force et de toute longueur. Seulement, il faut avoir soin de faire affleurer le tout à la partie supérieure, afin de pouvoir établir solidement et facilement le carrelage ou le parquetage du plancher. Les irrégularités de la partie inférieure, si elle doit être enduite de plâtre, peuvent être facilement cachées. Quelques planches fixées de place en place, et de champ sur les soliveaux, pour recevoir le clou des lattes, suffiraient déjà pour rétablir le niveau et supporter le plafond.

Les *fig.* 27, 28, 29 et 30 présentent deux manières différentes d'exécuter un plancher, soit en petit bois, soit en planches, pour un salon ou une chapelle de forme carrée ou ronde.

Fig. 27 et 28. Plancher en petit bois. Comme dans l'exemple précédent, les quatre coyers A sont encastrés dans le mur et reçoivent les tenons des quatre solives ou chevêtre B. Ensuite, les goussets C, assemblés à leur bout, forment un octogone dont les bois diminuent graduellement

de longueur et d'épaisseur à mesure qu'ils approchent des liernes D, lesquelles aboutissent au tampon E, placé au centre, où il forme clef ou cul-de-lampe. Des soliveaux en empanon F remplissent les angles.

Fig. 29 et 30. Disposition d'un plancher fait en grande partie avec des planches.

La *fig.* 30 présente la construction dans son ensemble. A, coyers encastrés dans le mur. B, solives. C, fermes à doubles planches jointives. D, planche de remplissage. Toute cette distribution aboutit contre le tampon E, et des solives en empanon F remplissent les angles.

Les numéros 1, 2, 3, 4 et 5 présentent la distribution des fermes à doubles planches destinées à tenir lieu des chevêtres D de la *fig.* 28.

La *fig.* 31 donne la coupe des deux planchers. A est celle du plancher *fig.* 28, et B celle du plancher *fig.* 30. Cette dernière espèce de plancher ne peut être solide que dans le cas où il y aurait une colonne ou pilier sous le tampon ou patin E.

La *fig.* 32 est le plan d'une poutre chargée de deux lambourdes AA, soutenue par les étriers B en fer forgé. C, solives encastrées dans les lambourdes.

La *fig.* 33 est le profil sur la longueur, de la figure précédente. Il indique la distribution des solives C, et les étriers B posés à cheval sur la poutre.

Fig. 34. Profil en travers de la même poutre. AA sont les lambourdes; BB les étriers, posés à cheval sur la poutre; CC les solives.

Pans de bois (Pl. 17).

Les *pans de bois* sont des espèces de murs qui s'emploient dans les maisons pour en former les distributions intérieures, et quelquefois même les façades et les autres murs d'enceinte. On leur donne le nom de *cloisons*, lors-

qu'ils n'ont pas au moins 4 pouces (0m,11) d'épaisseur. On les construit mi-bois, mi-maçonnerie. Cette maçonnerie diffère selon les matériaux dont on peut disposer, et sert à remplir les vides que laissent entre elles les pièces de bois qui font les parties essentielles d'un pan de bois.

L'assemblage des pièces doit différer, selon qu'elles portent debout ou qu'elles sont tirées ou poussées horizontalement ou obliquement. Dans certains cas, le fer doit être appelé à consolider les assemblages; c'est ce qui a été démontré dans la pl. 16. Nous allons passer maintenant à des applications.

Pour faciliter aux élèves l'intelligence des exemples de pans de bois gravés sur la planche 17, nous avons, sur chacun, marqué d'une même lettre la même pièce de bois, et nous avons exactement donné, à chaque pièce de bois, ses dimensions relatives. Deux échelles, l'une pour les dispositions d'ensemble, l'autre pour les détails dessinés plus en grand, donneront tous les autres renseignements qu'on pourra désirer. Dans les coupes, on retrouvera les indications des principaux assemblages.

Élévation d'une maison en pan de bois (Pl. 17).

Fig. 1re. La façade de cette maison est établie sur une large ouverture destinée à recevoir le vitrage d'une boutique. Les parties fondamentales de cette construction sont : A, poitrail; B, sablière basse ; C, sablière haute ; D, sablière de chambrée; E (voy. détails, *fig.* 7), sablière d'égout couronnée de la corniche Z ; HH, poteaux corniers ; I, poteaux d'huisserie ; T, poteaux d'huisserie en forme de pilastres ; U, chapiteaux ; V, aisseliers cintrés. Les parties de remplissage sont : R, solives du plancher ; O, poteaux de décharge; J, potelets ; enfin, les pièces de bois F et S sont des appuis de croisées : seulement, la pièce S reste en saillie

sur toute la longueur de l'édifice ; MM, colonnes en fonte pour soutenir le poitrail A.

Fig. 2. Coupe de la maison sur sa hauteur, où sont indiqués les assemblages des grandes pièces de traverse, et la baie servant de communication intérieure formée des deux poteaux d'huisserie I, du poletet J et du linteau G.

Autre façade de maison en pan de bois (Pl. 17).

Fig. 3. Celle-ci n'est point à large ouverture, comme la précédente. Outre les deux poteaux corniers H, qui la terminent, deux poteaux K, montant de fond, reçoivent les assemblages des sablières CD, dont la longueur devient par ce moyen très-limitée ; ces sablières sont arrêtées par des plates-bandes en fer.

Partie d'une autre façade de maison en pan de bois (Pl. 17).

Fig. 4. Cette maison repose sur un rez-de-chaussée en pierre. Son poitrail A, formé de deux poutres accouplées ayant contre elles une ferme en fer forgé, incrustée et boulonnée, est soutenu par deux colonnes en fer *a*. Deux pièces de décharge *b*, assemblées dans la sablière B et soulagées par les entretoises Y, allégent le fardeau que la sablière et la poutre du poitrail auraient à soutenir. Ici il y a solidité surabondante.

Fig. 5. Coupe de ladite maison sur sa hauteur.

Fig. 6 et 7. Détails et profil, sur une plus grande échelle, des pièces de bois du second étage de la maison *fig.* 1re.

Fig. 8 et 9. Détails et profils du couronnement de la maison *fig.* 5. La plate-bande en fer M sert à fixer les sablières CC dans le poteau de fond K.

Fig. 10. Portion d'un pan de bois ou cloison de distribution, suivant 1, 2, 3, 4, 5, 6 ; *cd* sont des pans de bois de séparation ; *e*, cloison de refend.

Fig. 11. Profil en élévation indiquant la construction des pans de séparation *cd* et de la cloison de refend *e*, où sont les portes de communication *f*. Les pièces de bois, non encore nommées, qui se trouvent dans cette construction, sont : L, poteau de remplissage; M, turnices; N, entretoises; P, croix de Saint-André.

Fig. 12 et 13. Deux autres pans de bois de séparation portant plancher des étages supérieurs.

DES COMBLES (Pl. 18).

La couverture ou le *comble* d'un édifice se compose de deux parties : le toit, et la charpente qui le soutient.

Le toit est fait en tuiles plates ou creuses de terre cuite, en ardoises, etc. Il ne doit point ici être question du toit, mais seulement des divers genres de charpente destinés à le soutenir.

Les combles des édifices sont de formes prismatiques, pyramidales, cylindriques ou coniques.

La charpente d'un comble se compose d'une ou de plusieurs *fermes* qui, avec les murs, soutiennent tout le système; de plusieurs poutrelles disposées d'une ferme à l'autre, qu'on appelle *panes*, et d'un nombre plus ou moins considérable de chevrons, cloués transversalement sur les panes.

La pente d'un comble est plus ou moins rapide, selon le climat et les convenances de l'édifice. Le plus ordinairement en France l'inclinaison, par rapport au plan horizontal, est d'environ de 30 à 35 degrés dans les constructions modernes.

Nous allons faire connaître les systèmes de charpente employés pour les différents combles.

La *fig.* 1re est une ferme simple. Les pièces qui la composent sont : A, tirant; B, entrait; C, poinçon; D, faîtage; E, contrefiches; F, arbalétriers; G, panes soutenues par les

tasseaux H ; I, chevrons : le tirant A est posé sur la sablière K.

Fig. 2. A, tirant; B, poteau montant, armé de ses aisseliers VV, et couronné d'une lierne X, qui lie l'entrait U en moise double ; T, la lierne haute; le poinçon G et la contrefiche H portent le faîtage S; les contrefiches K servent à soutenir l'arbalétrier F, chargé des panes LL, retenues par les tasseaux MM. Les blochets C posent sur la sablière Q, et sont soutenus par un petit potelet R.

La *fig.* 3 est un autre système. A, tirant; B, jambes de force; C, blochets; D, clef; V, aisseliers; E, entrait; I, jambettes; K, contrefiches; L, pane; M, tasseaux; F, arbalétriers; N, liernes; O, chevrons; P, coyau; Q, sabliers.

La *fig.* 4 est encore un autre système. A, tirant; B, entrait moisé; C, jambes de force moisées, soutenant la charge de l'entrait.

Fig. 5. Comble en voûte, en bois de chêne, pour magasin ou autres édifices.

Fig. 6. Profil des remplissages pour former la voûte du même comble.

Fig. 7. Moitié d'un comble de forme ogive, pour une église.

Fig. 8. Projection verticale, parallèle aux murs, indiquant l'assemblage de la voûte. A, plan de l'assemblage de la sablière basse formant en même temps la lierne B (*fig.* 7) sur sa longueur.

Fig. 9. Système de comble, pour des édifices voûtés en plein cintre.

Fig. 10. Projection verticale sur la longueur, indiquant le remplissage de la voûte.

Fig. 11 et 12. Deux systèmes de combles à la Mansard. Du point A, milieu de la largeur du bâtiment, on trace un demi-cercle CD, et l'on divise sa hauteur en trois parties égales 1, 2 et 3. Les deux parties 1 et 2 servent

pour l'inclinaison XY, et celle de 2 à 3 pour la partie supérieure.

Fig. 13. Ferme pour un comble à faces planes à deux pentes.

Fig. 14. Comble en planches de sapin, suivant le système de Philibert Delorme.

Fig. 15. Profil de son assemblage.

Fig. 16. Comble conique, avec une voûte sphérique. On fait usage de ce genre de construction pour les chapelles, les tours et autres édifices exigus.

Fig. 17. Portion d'une coupole en charpente. Les remplissages entre les fermes sont en planches.

Fig. 18. Détails et assemblages en traits de Jupiter de l'une des fermes. La lierne A fait clef.

Fig. 19. Portion d'une coupole ou dôme en charpente, surmonté d'une petite campanille.

Fig. 20. La campanille couronnée par une flèche.

Fig. 21. Détails de l'assemblage X en moise, servant pour fixer le poinçon Y, dont le profil est pris sur AB.

Fig. 22. Le plan A présente l'enrayure d'une flèche octogone destinée à couronner une tour.

Fig. 23. Le plan A offre l'enrayure d'une flèche carrée, avec le point X, ayant pour couronne une clochette carrée.

Fig. 24 et 25. Élévations et profils de flèches.

Fig. 26 et 27. Plans de la deuxième enrayure, pris sur la lettre B des flèches 24 et 25.

Fig. 28 et 29. Lucarne vue de face et de profil, avec ses assemblages.

Fig. 30 et 31. Lucarne dite chien assis, vue de face et de profil, avec son assemblage.

Les *fig.* 32, 33 et 34 donnent trois procédés d'échafaudage pour soutenir les voûtes en pierres, pendant leur construction.

Fig. 35. Étayement contre l'éboulement des terres dans les fondations.

Fig. 36. Assemblage des arbalétriers d'une ferme avec la tête du poinçon.

ESCALIERS (Pl. 19).

Les *escaliers* se divisent en plusieurs classes qui se distinguent par la forme de leur plan et les matériaux employés à leur construction. Les escaliers en charpente sont les seuls dont nous nous occuperons ici.

Ils sont pour l'ordinaire à base triangulaire, carrés, rectangulaires, en fer à cheval, ronds, ovales, à double rampe, etc. Bien souvent aussi leur forme est très-irrégulière et imposée par une localité dont il a fallu s'arranger. L'escalier doit être à peu de distance de l'entrée de la maison, régulier dans la hauteur et la largeur de ses marches, assez vaste pour rendre facile le passage des objets d'ameublement, et surtout solidement construit. Son caractère doit être agréable, sa décoration élégante, sa rampe de bon goût; enfin sa proportion doit être, autant qu'il est possible, en rapport avec l'importance de l'habitation et la dimension des appartements qu'il dessert.

Fig. 1re. Plan d'un escalier à jour et à base carrée, avec un grand palier d'arrivée qui occupe un des côtés, et deux paliers de repos placés dans les deux autres angles. Le reste contient la répartition des marches; à l'endroit du quartier tournant, les marches sont courbées, pour ne pas se rencontrer dans l'angle, ce qui rendrait la montée dangereuse.

Fig. 2. Trois marches de départ en pierre de taille, avec leurs parpains.

Fig. 3. Soubassement en pierre.

Fig. 4. Partie du limon portant de la volute, avec une partie du patin d'échiffre à sa première révolution.

Fig. 5. Continuation du limon en retour d'équerre, et son assemblage dans le patin d'échiffre A, *fig.* 4.

Fig. 6. Élévation du deuxième limon, avec tout son développement. La grosseur et l'épaisseur de la pièce de bois est indiquée 1, 2, 3, 4; sa hauteur est X.

Fig. 7. Troisième limon en ligne droite ; Y est un piédestal pour placer une statue.

Fig. 8. Élévation de l'escalier jusqu'à la hauteur de son premier plancher A.

Fig. 9. Portion d'un escalier à jour, à double révolution, dont la marche palière X et le sabot Y sont encastrés dans la poutre formant le palier, et fixés par deux boulons ZZ. Le sabot reçoit les deux limons droits, l'un montant, l'autre descendant.

Fig. 10. Profil pris sur la ligne AB de cette portion d'escalier, rendant compte de l'assemblage du sabot dans la marche palière.

Fig. 11. Vue de face du sabot boulonné contre la marche palière.

Fig. 12. Escalier de forme triangulaire, avec palier de repos. Les trois angles du triangle ABC que forment les projections horizontales des faces extérieures du limon, sont arrondis en arcs de cercle.

Fig. 13. Élévation détaillée de la partie inférieure de l'escalier, faite parallèlement à la ligne AB. Elle montre la base et le cordon de la première et deuxième marche *a* en pierre de taille, et une partie de limon *b* portant la volute *c*.

Fig. 14. Présente le limon courbe. La coupe des assemblages est tracée suivant 1, 2, 3, 4, sur la ligne DE. Elle indique en même temps la grosseur de la pièce de bois dans laquelle on a évidé la courbe de l'élévation F; l'épaisseur du bois 1, 2, 3, 4; les deux coupes d'assemblage HG et le limon façonné.

Fig. 15. Projection du limon droit sur la ligne CB, avec les

coupes des assemblages IK en crochets de recouvrements 5 et 6, suivant les lignes de projection; X, piédestal pour placer une figure.

Fig. 16. Élévation de l'escalier dans tout son ensemble et son développement.

Fig. 17. Plan d'un noyau cylindrique plein, d'un escalier en vis Saint-Gilles ou rond dans son plan.

Fig. 18. Partie de l'élévation prise sur la ligne AB du plan, qui montre le décollement des marches qui s'y assemblent, et indique la grosseur de la pièce de bois, 1, 2, 3, 4, en plan pour former le limon, et en élévation 5, 6, 7, 8, avec la coupe de son assemblage C.

Fig. 19. Élévation de deux morceaux de limon, où est indiqué le joint à crochette 1, 2, 3, 4, et le boulon de pression X.

Fig. 20. Projection du deuxième limon pris sur la ligne EF du plan. Il indique la grosseur de la pièce de bois 9, 10, 11, 12, pour finir la courbe du limon K, *fig.* 20, avec la coupe de l'assemblage Z à recouvrement sur le premier limon, *fig.* 17.

Fig. 21. Élevation de l'escalier à vis Saint-Gilles, sur toute sa hauteur.

Fig. 22. Plan d'un escalier circulaire, avec noyau à jour, dit escalier à l'anglaise. Ces escaliers sont très-usités pour les boutiques marchandes.

Fig. 23. Élévation de cet escalier avec son limon et ses marches apparentes et contre-profilées à leur retour M.

Fig. 24. Détails de cet escalier. A, portion de l'escalier avec les marches fixées par les vis R; B, assemblage des marches en profil; C, limon avec la plate-bande en fer servant à fixer l'assemblage.

Fig. 25. Petite portion d'un escalier rond C, et à jour comme celui de la *fig.* 22, mais dont les marches sont à plein bois, posées l'une sur l'autre, et assemblées par des

boulons XY. On voit que ces boulons GG embrassent toujours deux marches. Ils doivent être vissés fortement au moyen de leur rosette et de leur écrou. Le profil des marches D fait voir la course des boulons G, et la plate-bande en fer Z, qui s'entaille dans les marches pour les empêcher de se disjoindre; E montre comment s'applique la plate-bande en fer sur les marches; F est l'assemblage des marches superposées.

Fig. 26. Détail d'un limon droit G, avec les marches profilées en équerre; H, coupe des marches et contre-marches O, laquelle indique leur assemblage; I, assemblage des deux limons par une plate-bande en fer.

Fig. 27. Assemblage en crochet des deux limons AB avec les deux tenons NN, qui s'enfoncent dans les mortaises KK, et sont boulonnés ensemble par les écrous SS; ces écrous sont garnis à chaque bout d'une petite rosette. R est le profil du limon.



MENUISERIE.

(lanches 20, 21, 22 et 23.)

PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITIONS.

La *menuiserie* a pour objet tous les ouvrages en bois qui servent à la clôture, au revêtement et à la décoration des parois de nos édifices civils ou religieux, comme portes, croisées, cloisons légères, armoires, bibliothèques, lambris, parquets, escaliers de dégagement, meubles, etc., etc.

Des arts utiles, c'est peut-être celui qui réclame le plus impérieusement la science du dessin, et celui auquel, jusqu'alors, on l'a le moins appliqué. L'étude des ordres d'architecture, avec lesquels ses productions doivent souvent se combiner, se coordonner, est-d'obligation pour l'homme qui veut se distinguer comme menuisier. Au point où nous supposons l'élève arrivé, par l'étude qu'il a dû faire des 19 planches précédentes, nous n'avons ici à lui apprendre que très-peu de chose, pour lui faciliter l'intelligence des objets spéciaux à la menuiserie qui vont suivre.

PLANCHE 20.

Les n[os] 1 à 9, 12 à 13 de cette planche étant des assemblages déjà décrits en partie lorsque nous avons parlé de ceux en bois de charpente gravés planche 16, nous nous abstiendrons de toute nouvelle explication.

Fig. 1 et 2. Assemblages carrés pour poteaux.

Fig. 3. Assemblage à fausse coupe.

Fig. 4. Assemblage à clé. Ayant à réunir les unes auprès

des autres plusieurs planches d'une certaine épaisseur, on entaille, dans chacune, des mortaises dans lesquelles on introduit de faux tenons en bois dur, qu'on appelle clefs, et que l'on cheville, lorsque les planches sont bien rapprochées.

Fig. 5. Assemblage à onglet simple.

Fig. 6 et 7. Assemblages à queue d'aronde, pour les bois qui sont destinés à tirer.

Fig. 8. Assemblage à queue d'aronde perdue, autrement dit à onglet.

Fig. 9. Assemblage à trait droit et à mi-bois.

Fig. 10. Assemblage à sifflet ou à trait de Jupiter simple.

Fig. 11. Assemblages à tenons et mortaises retournés d'équerre et chevronnés. Ces deux derniers assemblages s'emploient verticalement pour les poteaux et les noyaux d'escaliers.

Fig. 12 et 13. Deux assemblages différents, à trait de Jupiter. Les pièces de bois AB de la première sont fixées et serrées par les deux clés GH; dans la seconde, elles sont consolidées par des plates-bandes en fer boulonnées EF.

Fig. 14. Anse de panier. Cette figure, fréquemment employée par les menuisiers, parce qu'elle est d'un tracé plus facile que les ellipses, est une courbe formée d'arcs de cercle, ordinairement au nombre de trois, ajustés bout à bout, valant ensemble 180 degrés, et dont les deux extrêmes, quelle que soit la montée du cercle principal, doivent avoir leur centre sur la ligne de corde de l'arc. Celui que nous donnons se trace ainsi : du point F, on décrit le grand arc de G en H. De ces deux points GH au point F, on tire deux lignes qui donnent, à leur rencontre sur la corde de l'arc, les points A, B; ces points servent à décrire les deux portions de cercle qui complétent la courbe de l'anse de panier CD.

Fig. 15. Pour mettre cette figure, qu'on appelle larmier,

dans ses justes proportions, on lui donnera 9 parties en hauteur, et 30 en largeur. La première portion de ce cercle comprendra 10 parties et se tracera du point A ; la seconde, formée de 24 parties, se décrira en deux fois : du point B, on tracera de 12 à 20, et du point C, de 20 à 24, et l'on raccordera ensuite à la règle le petit intervalle laissé de 10 à 12. Les opérations pour trouver les points de centre A, B, C, étant pointées sur notre planche, n'ont pas besoin d'autre explication.

La *fig.* 16 a pour objet une arrière-voussure, dite de Marseille, qu'on veut revêtir en bois. Elle est en biais par son plan, surbaissée en élévation par devant, plein cintre par derrière, droite en coupe au milieu, l'embrasure en quart de cercle. Elle est ainsi disposée pour permettre aux vantaux qui forment la baie de se loger dans l'embrasure.

Pour tracer le plan de cette voussure, descendez des perpendiculaires des points extrêmes des deux cintres, elles donneront de A en A, de B en B, les deux ouvertures de la baie; la distance de AB sera la profondeur de l'embrasure, égale à celle de AC.

Dans la hauteur du plan, si vous voulez faire quatre panneaux, ponctuez quatre lignes de toute sa longueur, montez ces lignes, d'équerre, jusque sur le quart de cercle de l'embrasure, elles vous donneront les points d'où devront partir les courbes qui indiquent les joints des panneaux; tracez ces courbes, qui ont pour centre DC, EF. Ensuite, divisez en quatre parties égales la distance de F à B; reportez une de ces distances sur la ligne BA en retour; de chacun de ces quatre points élevez une perpendiculaire jusqu'au cintre surbaissé de l'ébrasement, elles vous donneront les points 1, 2, 3, 4, 5, 6, d'où vous tracerez des lignes tendantes au centre G. Du point de jonction de ces lignes avec le cercle en plein cintre du fond, descendez sur le plan des

perpendiculaires jusque sur la ligne H; de ces nouveaux points à ceux des premières perpendiculaires, tracez une ligne, elle vous donnera l'obliquité de chaque coupe. Les lignes de division du plan et celles de l'élévation étant portées, les unes horizontalement, les autres perpendiculairement, sur la longueur et la largeur de chaque coupe, elles détermineront, par leur rencontre sur la ligne oblique, les joints des panneaux.

Le développement de la courbe d'embrasure s'obtient ainsi : parallèlement à la ligne biaise AB du plan, on tire une autre ligne *ab* sur laquelle on élève perpendiculairement tous les angles formés par les courbes du devant et du fond, ainsi que par les lignes de joints : la distance IK, prise sur l'élévation, donne la hauteur de la courbe; on la porte en *cd*. On trace parallèlement à *ab* les joints 7, 8, 9, 10, dont on a pris la longueur sur l'élévation; on fait passer, à leur rencontre avec les perpendiculaires *ee*, les lignes des angles intérieurs de la courbe et celles qui en marquent l'épaisseur; par leur rencontre avec les horizontales du plan, on aura les lignes des angles extérieurs.

La *fig.* 17 offre l'élévation et le profil d'une corniche composée de moulures embrevées.

La *fig.* 18 donne le plan et l'élévation d'une portion de porte avec son chambranle. A est la porte; B, le chambranle; C, le pivot ou gond sur lequel roule la porte; D, l'élévation.

Les *fig.* 19 à 23 font connaître les détails d'assemblage des pièces qui entrent dans la construction du piédestal, de la colonne et de l'entablement de l'ordre toscan. A (fig. 19) est la base du piédestal; B, le plan du fût de la colonne; C, le poteau de fond, immobile, autour duquel s'ajustent les différentes pièces dont l'ordre se compose; D (fig. 20) est le socle du piédestal; E, la table saillante sur le nu de ce piédestal; F, sa corniche; G, la base de la colonne; H, le fût;

I (*fig.* 22) est le chapiteau ; K, l'architrave ; L, la frise ; M, la corniche. La *fig.* 21 donne le plan du chapiteau.

PLANCHE 21.

Parmi les nombreuses espèces de portes d'appartement et de croisées qui s'exécutent en menuiserie, nous avons dû choisir un petit nombre d'exemples, ces objets, en général, ne présentant pas de difficultés dans le tracé.

Les *fig.* 1 et 2 sont des portes à un vantail et à petit cadre.

Fig. 3. Porte à deux vantaux aussi à petit cadre.

Fig. 4. Porte à deux vantaux et à grand cadre.

Fig. 5. Fenêtre dite à la française.

Fig. 6. Fenêtre dite à l'anglaise.

Fig. 7. Persienne.

Fig. 8. Châssis en tabatière, composé de montants et traverse avec montant au milieu, destiné à être placé dans un comble, entre les chevrons, pour éclairer une chambre ou un grenier.

Les assemblages, la force et la dimension des différentes pièces dont ces portes sont composées, étant figurées en plan et en coupe, toute autre explication serait superflue, d'autant plus que tout est exactement à l'échelle.

PLANCHE 22.

Nous avons réuni sur cette planche plusieurs exemples de portes cochères et de portes bâtardes, dans lesquels le bois et le fer sont combinés avec le bronze pour augmenter la richesse de l'ensemble. Au-dessous sont figurés divers objets en menuiserie légère, et plusieurs motifs de compartiments de parquets.

Fig. 1re Porte d'allée à panneau prismatique par bas, trois panneaux à cadre saillant au milieu, et grand panneau

à jour par le haut, fermé par des barreaux ouvragés en fonte de fer. Cette porte est rue de Seine, n° 65.

Fig. 2. Vantail d'une porte cochère à panneau d'appui, panneau de milieu, et panneau du haut ouvert et garni d'un ornement en fer fondu. Elle se voit place du Panthéon.

Fig. 3. L'un des vantaux de la grande porte du palais du Sénat, sur la rue de Tournon. Les patères qui l'entourent sont en bronze; les oves de l'encadrement des panneaux sont sculptés dans le bois.

Fig. 4. Cette porte cochère, nouvellement exécutée rue de Voltaire, n° 2, est d'une richesse de détails peu commune. Tous ses ornements sont en bronze.

Fig. 5. Porte vitrée par le haut et à panneau rentrant par le bas. Toutes les parties à jour et vitrées sont marquées A. Cette porte pourrait être à deux battants, comme l'indique le plan; alors la partie du milieu, marquée A, serait pleine.

Fig. 6. Dessus de porte carrée.

Fig. 7. Deux motifs d'impostes, ou dessus de portes, cintrés.

Les *fig.* 8, 9, 10, 11, sont de petites portes en menuiserie légère pour allées ou entrées de boutiques. Ces divers motifs ont été exécutés à Paris.

Fig. 12. Parquet à frise, composé de feuilles disposées diagonalement, assemblées à rainures et languettes, et fixées à leurs extrémités sur les lambourdes qui portent le plancher. La coupe qui est au-dessous fait voir : A, les lambourdes ou solives sur lesquelles le parquet repose; B, les augets en plâtre remplissant l'entre-deux des lambourdes.

Fig. 13. Parquet d'assemblage à compartiments.

PLANCHE 23.

La construction des escaliers, cette partie si importante

du bâtiment, est plutôt du domaine du charpentier que de celui du menuisier. On n'exécute guère, en menuiserie, que les escaliers d'intérieur d'appartement ou de boutique, qui conduisent seulement d'un étage à un autre. Sur notre planche 19, nous avons donné plusieurs exemples d'escaliers en charpente; nous en présentons ici trois de ceux que les menuisiers sont le plus ordinairement appelés à construire. Les procédés de tracé, de coupe, d'assemblage des bois, étant à peu près les mêmes pour les grands que pour les petits escaliers, nous serons sobre de détails dans l'explication des figures représentées sur cette planche, d'autant plus que le soin que nous avons pris de conduire, par des lignes ponctuées, du plan au détail isolé gravé auprès, rend l'intelligence de notre dessin extrêmement facile. On ne doit pas perdre de vue, d'ailleurs, que nous nous proposons non point de faire un cours de construction, mais un simple cours de dessin industriel.

Fig. 1re. Escalier de forme circulaire, à noyau à jour, avec crémaillères dont les limons, en bois, portent les marches. A, plan; B, élévation; C, vue de niveau d'une partie des marches fixées sur les crémaillères par des vis et des clous; D, vue des contre-marches coupées d'onglets et clouées sur le devant de la crémaillère; E, développement de la grande crémaillère et d'une partie de marches prêtes à être fixées avec vis et clous; F, moyen de relever sur le plan les parties des crémaillères; G, grande crémaillère dont les parties de limon sont prêtes à être assemblées; H, développement de la petite crémaillère, et moyen de l'assembler par des vis et des fausses languettes; I, développement de la petite crémaillère avec ses marches; K, coupe des marches et contre-marches.

Fig. 2. Escalier ayant, par son plan, la forme d'un fer de briquet. Ce qui distingue cet escalier du précédent, c'est que dans celui-ci les limons sont pris, débillardés dans la

masse d'une pièce de bois. A est le plan; B, l'élévation; C, la ligne de giron sur laquelle s'opère la division des marches; D, élévation d'une partie de limon à crémaillère, et moyen de trouver la masse de bois nécessaire à son exécution; E, plusieurs parties de limon rapprochées et boulonnées.

Fig. 3. Escalier circulaire à noyau montant de fond. Cet escalier diffère peu de celui *fig.* 1re. Il n'a qu'un limon au lieu de deux, les marches étant assemblées à l'un de leurs bouts dans une colonne qui tient toute la hauteur. Le grand limon est formé de crémaillères qui diffèrent des premières en ce que chacune des parties qui le composent porte une coupe d'équerre en suivant le rampant de l'escalier, et qu'elles sont tenues et assemblées par des broches L. Une plate-bande en fer, adaptée de côté, hors parement M, achève de donner à l'escalier toute la solidité désirable. N est une crémaillère assemblée en coupe de pierre; OO sont d'autres moyens plus simples d'assembler la crémaillère. Les objets désignés par les lettres ABCDEF étant les mêmes dans cette *fig.* 3 que dans la *fig.* 1re, nous n'en dirons rien de plus.

Par tous les exemples d'escaliers que nous avons donnés, tant en charpente qu'en menuiserie, on peut voir qu'il est de règle générale que les marches soient divisées également sur la ligne qu'on nomme giron, et qui passe, comme nous l'avons indiqué, sur le milieu de leur longueur; que la hauteur des marches soit toujours régulière et d'environ six pouces, et qu'on donne à leur largeur ordinairement deux fois leur hauteur. On ne doit sortir de ces données premières que lorsque les localités le commandent impérieusement.



SERRURERIE.

(Planches 24, 25 et 26.)

PLANCHE 24.

Nous avons rassemblé sur cette planche les principaux objets qui servent à la ferrure des portes et des croisées, plusieurs motifs de barreaux et de naissances de rampes d'escaliers, des porte-enseignes, porte-réverbères, grilles, etc., etc., ainsi que les pièces d'armement employées le plus fréquemment dans la construction des bâtiments.

Fig. 1re. Potence tournante, pour accrocher une lanterne ou une enseigne. A, tige mobile, tournant dans les supports X et D; B, tige courbée formant console, fixée dans la branche Y horizontale portant le crochet Z pour attacher les objets; C, tringle à crochet pour fixer le support tournant; F, le même, vu de face avec son crochet C; X *bis*, plan du support inférieur X; et D *bis*, plan du support supérieur D; E, profil.

Fig. 2. Console en fer forgé, pour soutenir un balcon; A, profil; B, face.

Fig. 3. Colonne en fer fondu, servant à porter une lanterne d'éclairage. A, bas de la colonne; B, scellement dans la pierre de taille; C, couronnement de la colonne, surmontée par une volute en fer forgé, à laquelle sont fixées les petites poulies en cuivre XXX servant au service de la lanterne; D, réverbère.

Fig. 4. Rampe à compartiments. A, pilastre de départ; B,

barreau intermédiaire des compartiments ; C, rosace ; D, limon ; E, main courante.

Fig. 5. Détail d'une rampe d'escalier. A, pilastre de départ ; B et B, barreaux ; C, marches ; D, main courante ; E, profil des marches ; F, les barreaux fixés dans les pitons.

Fig. 6. Un barreau de rampe d'escalier ; *a*, plan d'un piton à vis à fixer dans la marche ; *b*, élévation de l'un des barreaux orné de son embasse, et posé dans le piton *a* et vissé par la pomme de pin *n* ; *c*, barreau couronné de son chapiteau surmonté d'une boule, sur laquelle est fixée la plate-bande *d* destinée à recevoir la main courante.

Fig. 7. Détails d'un pilastre posé sur la première marche d'un escalier. AB sont le bas et le haut du pilastre. C, autre exemple, couronné d'un chapiteau.

Fig. 8. Motif d'une girouette ou paratonnerre.

Fig. 9. Détails d'une porte cochère adossée contre une grille. A, plan ; *bb*, arcs-boutants ; *c*, porte ; *d*, barreau ; E, plan de charnières ; F, élévation desdites. *a* est le plan de la charnière à tête de compas ; *b* et *c*, les élévations fixées au montant de la porte ; X présente l'élévation de la porte ; D, le montant ; F, charnières formant traverse ; BB, arcs-boutants ; C, barreau ; G est le profil de cette porte.

Fig. 10. A et B sont les détails de bouts de barreaux posés sur les appuis en pierre.

Fig. 11. Détails d'une grille dont les barreaux sont enrichis par des ornements en bronze doré.

Fig. 12. Fermeture d'une grille. A, portion du plan ; B, élévation ; *b*, arc-boutant ; *c*, porte ; *d*, barreau ; *e*, charnière ; C, modèle de piques.

Fig. 13. Motif pour terminer les barreaux d'une grille militaire.

Fig. 14. Système de barreaux pour la confection des grilles ou portes cochères. A, traverse à mortaise ; B, barreaux

ronds à tenons; C, barreaux anguleux à tenons; D, barreaux carrés à tenons.

Fig. 15. Autre système pour fixer les barreaux dans la traverse. A, plan de la traverse dont les trous sont à jour; B, barreau rond; C, barreau anguleux; D, barreau carré.

Fig. 16. Détails d'une espagnolette de croisée. M, plan du crochet et de la gâche; *a*, la tige; *b*, le goujon retenant le crochet; N, élévation de la tige; B, trou du crochet; C, tige, avec embasse D; G, profil de l'espagnolette fixée dans le bois; D *bis*, plan de la poignée, avec son bouton *a* et la tige *b*; E, poignée vue de face, et fixée dans le support à patte *c*; F et F *bis*, plan et élévation de la contre-agrafe *a* et *b*, du panneton *c*, et de la tige *d*; I, plan; H, élévation du support à la charnière.

Fig. 17. Pivot à équerre à l'usage des portes cochères, fixé dans le bois par les clés C et clavettes D. A est le pivot vu de face; B, vu de côté.

Fig. 18. Pivot à fourchette encastré dans le bois. A, plan, B, élévation.

Fig. 19. Pivot à charnière scellé dans le mur. *a*, vue de face, avec les pattes de scellement *dd*; *b*, plan de la platebande et de son pivot; *c*, plan de l'un des scellements.

Fig. 20. A, plan d'un pivot à fourchette, avec une fiche R; B, face du même.

Fig. 21. A, plan d'un scellement à l'usage des portes; B, élévation; C, profil.

Fig. 22. Équerre double servant à ferrer les portes cochères.

Fig. 23. Équerre simple à charnière. *a*, équerre; *b*, charnière.

Fig. 24. Charnière. A, élévation; B, plan.

Fig. 25. Charnière à tête de compas pour les croisées.

Fig. 26. Charnière à coussinet en cuivre. A, plan; B, côté

de la charnière ; Z, le coussinet ; C, face de la charnière et de son coussinet D en cuivre.

Fig. 27. A, charnière à patte ; B, profil.

Fig. 28. Charnières anglaises qui ont l'avantage de faire fermer la porte d'elle-même. A, plan ; B, élévation ; C, profil.

Fig. 29. Marteau de porte cochère. A, face ; B, profil.

Fig. 30. Verrou de porte cochère. A, vue de face ; B, profil.

Fig. 31. Fléau employé à la fermeture des portes cochères. A, plan ; B, élévation.

Fig. 32. A, vue de face d'un verrou d'appartement ; B, profil.

Fig. 33. Petit verrou.

Fig. 34 et 35. Tirant tourné, servant à retenir l'écartement de deux murs parallèles, vu de plan et de profil. A, le tirant ; B, sa clé ou ancre.

Fig. 36. Tirant à patte et à scellement. A, élévation ; B, plan.

Fig. 37. Tirant à moufle, fixé par clef et clavette. A, le plan ; B, la face.

Fig. 38. Tirant assemblé à fourchette, avec clef. A, face ; B, plan.

Fig. 39. Tirant moutonné assemblé à crochet oblique, et fixé par des brides CC. A, élévation ; B, plan.

Fig. 40. Tirant moutonné assemblé à trait de Jupiter, et serré par des clefs. A, plan ; B, élévation.

Fig. 41. Tirants posés à plat, assemblés une pièce sur l'autre, et fixés par clef et clavette. A, plan ; B, élévation ; C, profil.

Fig. 42. Tirant à moufle, assemblé et fixé par clef et clavette. A, plan ; B, élévation ; C, profil.

Fig. 43. Tirant en forme de chien, et fixé par une clef Z. A, face ; B, plan.

Fig. 44. Détail d'un étrier servant à soutenir une charpente.

Fig. 45. Plan et élévation d'un bout de ferme en fer forgé, de celles que l'on emploie pour former un plancher. A, plan; B, élévation. Le principal tirant est fixé dans la décharge X par les brides Y, et scellé dans le mur par la clef O. C, profil; D, potelet servant à supporter la décharge X.

Constructions en gros fer (Pl. 25).

Depuis quelque temps on exécute en fer des ouvrages qu'il était d'usage de construire en bois, tels que combles, planchers, châssis à vitres, etc., etc. Nous réunissons sur cette planche divers objets de cette espèce, que nous désignerons par le nom sous lesquels ils sont connus en charpente et en menuiserie.

La *fig.* 1re présente plusieurs détails de construction et d'assemblages d'une lanterne carrée, propre à être placée au milieu de la toiture d'un bâtiment, pour couvrir une cage d'escalier. —N° 1. Plan pris sur la ligne GH du cul-de-lampe, indiquant l'assemblage des quatre arêtiers *abcd*. — N° 2. Élévation et profil de l'assemblage des arêtiers *cd* dans le cul-de-lampe X, où ils sont fixés par les boulons Z. R, anneau servant à suspendre un réverbère au milieu de la cage. —N° 3. Élévation et profil du support fixé sur la sablière en bois formant l'ouverture de la cage. — N° 4. Profil et assemblage de l'un des petits bois en fer plat pris sur la ligne EF du n° 3. — N° 5. Plan indiquant les assemblages des petits bois en fer plat dans les arêtiers. — N° 6. Profil sur la ligne CD du même assemblage. — N° 7. Profil de l'un des arêtiers sur la ligne AB.

Fig. 2. Détail d'une ferme en fer forgé pour un comble circulaire, avec son assemblage pris à la naissance de la ferme. A, poteau vertical appliqué contre la face latérale du mur, avec son talon de renfort; B, entrait sur lequel repose

le plancher; CC, sablières en fer forgé; D, grande courbe extérieure du sommet du comble; E, courbe en fourrure au-dessus des reins de l'arc principal; F, liens inclinés et moisés pour empêcher le déboîtement de la ferme; G, profil du poteau où est assemblé l'entrait H; profil pris sur la ligne XY, qui indique tout l'assemblage; I, profil et assemblage de la courbe E en fourrure.

Fig. 3. Manière d'assembler des entraits. A, élévation où l'on voit l'assemblage des abouts fixés par les anneaux DD, et serrés par la clef C; B, plan. Il complète l'explication de cet assemblage. CD est un autre système d'assemblage. Celui-ci est à crochets; il est fixé par des boulons.

Fig. 4. Différents détails d'assemblages de tirants verticaux suspendus au système d'une ferme. A, vue de face du tirant; B, entrait; C et D, face et profil de liens placés de distance en distance sur la surface de la courbe du comble; E, profil du tirant; F et G, arc et profil de l'un des tirants verticaux fixés aux doubles courbes formant le cintre du comble. Ces détails appartiennent au comble *fig.* 2.

Fig. 5. Plan d'une ferme de comble en fer forgé, dont l'intérieur forme une voûte surbaissée. A, embasse pour le cintre de la voûte; B, embasse pour fixer la décharge inclinée que supporte l'arbalétrier; C, montant en moise pour supporter la décharge B et l'arbalétrier, retenus par des goujons scellés dans la maçonnerie, et boulonnés ensemble.

Fig. 6. Détails de l'élévation du comble. A, ferme cintrée pour former la voûte intérieure; B, décharge; C, montant en moise supportant l'arbalétrier D, qui est chargé de sa panne E et superposé du chevron F en bois, recevant la couverture en volige; X, profil pris sur le cintre intérieur; Y, profil du montant pris sur YY.

Fig. 7. Présente tous les détails et les assemblages du faîtage du comble. A, plan de l'entrait posé sur le cintre et soutenu du poinçon B, qui reçoit la décharge D, butée contre

le poinçon; E, entretoise d'une ferme à l'autre; CC, les empâtements des entretoises boulonnés dans les décharges D; *fig.* X, plan des assemblages indiqués au-dessous; *fig.* Y, plan des assemblages du faîtage du comble; A, entretoise; B, poinçon; C, empâtement de l'entretoise; D, arbalétrier; *fig.* Z, élévation et profil du faîtage. Ces détails appartiennent à la *fig.* 5 et 6 du même système.

Fig. 8. Détails d'assemblages pour des combles droits. Le tirant vertical A, posé sur l'entrait, supporte la charge du comble. La décharge B, butée contre le renfort O, fait corps commun avec l'arbalétrier C; ils sont boulonnés ensemble. D, profil pris sur la ligne XY; E, profil pris sur la ligne ZZ.

Fig. 9. Autres détails d'assemblages pour des poteaux montants destinés à consolider les fermes d'une grande dimension. A, poteau montant; B, décharge entaillée à mi-bois au poteau; C, entretoise pour fixer les fermes entre elles; D, arbalétriers fixés dans le montant; E, profil pris sur la hauteur de ces divers assemblages.

Fig. 10. Plusieurs détails d'assemblages d'entretoises. A, plan; B, élévation de l'assemblage dit *à oreille*, boulonné dans les arbalétriers; C, plan; D, élévation d'un assemblage à patte par de petits boulons; EF, plan et élévation de l'assemblage d'une courbe. La moise G sert à supporter la charge de l'arbalétrier H.

Fig. 11. Portion de plan prise sur la figure AB de l'élévation n° 1 d'un pavillon carré en fer forgé, surmonté d'une lanterne à jour. A, pilastre carré; B, ceinture pour former la cage; CCC, arbalétriers formant arc-boutant; *fig.* X, plan de l'un des angles de la partie supérieure, pris sur XY du faîtage. — N° 1. Élévation de la cage à jour, couverte par une charpente légère en fer forgé.

Fig. 12. Présente les détails d'assemblage d'une ferme en fer fondu, suivant le système adopté à la Halle au Blé de Paris. — N° 1. Plan d'une portion de ferme faite en châssis

ayant chacun 5 à 6 pieds de long. Ils sont liés ensemble bout à bout par des entretoises en fer fondu. AA, les châssis joints l'un contre l'autre; BB, entretoises boulonnées ensemble avec les châssis A.—N° 2. Élévation indiquant l'assemblage de deux châssis l'un contre l'autre. Dans les joints ZZ, on met de petites lames de cuivre pour remédier aux effets de la dilatation de la fonte. — N° 3. Élévation de la ferme. Les joints sont couverts par l'entretoise. Le boulonnement est fait. — N° 4. Profil du châssis et de l'entretoise.

Fig. 13. Détails de construction d'un faisceau d'armes imité de la grille du château des Tuileries. — N° 1. Plan de la base. A, tige ou arbre en fer forgé; B, empâtement dans la maçonnerie; C, croisillon servant à former et à fixer les cercles faisant la ceinture qui serre les lances D. — N° 2. A, tige; B, croisillon; C, cercle pour placer les lances. — N° 3. Élévation du faisceau d'armes. — N° 4. Profil du faisceau : A, la tige ou arbre; B, empâtement; C, croisillon; D, cercle intérieur; E, cercle extérieur pour fixer les lances. — N° 5. Détail de la tige A en plan, et A en élévation, et de son renfort B, où pose le croisillon C.

Fig. 14. Élévation d'un châssis vitré, ou lanterne en petit fer forgé. A, grande ferme; B, petits bois en fer mince fixés sur le châssis en charpente; C, lame en cuivre pour recevoir le carreau de vitrage. — N° 1. Profil de l'arêtier des angles en gros fer forgé; D, l'arêtier couvert par une feuille de cuivre E, posée à cheval pour placer le carreau; F, le carreau de vitrage. — N° 2. Plan des petits bois en fer. — N°s 3 et 4. Élévation de profil et de face de l'un des petits bois en fer fixé sur le châssis de charpente.

Fig. 15. Plan d'un châssis en petits fers pour lanterne de couverture d'escalier : A, profil sur la longueur; B, profil sur la largeur; C, profil de l'un des arêtiers et d'une des fermes.

Grilles, impostes, balcons, etc. (Pl. 26).

Fig. 1, 2, 3 et 4. Impostes, ou dessus de porte.

Fig. 5. Grille en fer forgé, exécutée rue d'Antin.

Fig. 6. Grille exécutée rue Jacob; les ornements qui la couronnent sont en fer fondu; la partie marquée AB est celle exécutée; la partie AC est une variante proposée. Le panneau inférieur est plein; le tout est peint en bronze.

Fig. 7. Cette grille en fer forgé est exécutée au bas du grand escalier du Sénat.

Fig. 8, 9 et 10. Divers ornements en fer fondu pour orner des barreaux de grilles.

Fig. 11. Motif de la grille qui entoure la colonne de la place Vendôme.

Fig. 12. Grille d'appui exécutée au Panthéon.

Fig. 13, 14 et 15. Divers ornements de frises et de dessus de portes.

Fig. 16. Motif pour une devanture de boutique.

Fig. 17. Grille pour remplir la baie d'une fenêtre.

Fig. 18. Panneau de la partie supérieure d'une porte bâtarde.

Fig. 19, 20, 21 et 22. Motifs de balcons et d'appuis de croisées.

Fig. 23. Petite grille de fermeture de jardin.

NOTA. Comme dans notre planche 22 de menuiserie, tous ces exemples sont exécutés à Paris.

MÉCANIQUE.

(Planches 27 et 28.)

PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITIONS.

L'objet des *machines* est de transmettre l'action des moteurs, tels que l'eau, l'air, la vapeur, les animaux, et de diminuer, autant qu'il est possible, le travail musculaire de l'homme.

Au moyen des deux planches que nous avons consacrées à cette partie importante des connaissances utiles, l'élève apprendra à connaître la forme et l'usage des principales pièces qui entrent dans la composition des machines, et les moyens employés pour les mettre en activité.

PLANCHE 27.

Fig. 1re. *Nœud* de l'artificier. — *Fig.* 2. Nœud du tisserand. — *Fig.* 3. Nœud droit. — *Fig.* 4. Nœud du pavillon. — *Fig.* 5. Nœud du collier. — *Fig.* 6. Nœud à double tête d'alouette. — *Fig* 7 et 8. Nœud servant à raccourcir une corde sans la couper. — *Fig.* 9. Nœud du réverbère. — *Fig.* 10. Nœud coulant. — *Fig.* 11. Nœud d'épissure, au moyen duquel on ente et réunit plusieurs cordes par leur bout sans nœuds apparents. — *Fig.* 12. Chaîne du bas. — *Fig.* 13. Assemblage de la chaîne de montre. A, vue de face; B, vue de côté. — *Fig.* 14. Détail de la chaîne de Vaucanson. A, vue de face; B, vue de côté.

Fig. 15. *Moufles*, combinaison de poulies et de cordages

propres à faciliter l'élévation des fardeaux. X, poulies supérieures; Y, poulies inférieures; ZZ, profils. — *Fig.* 16. Autre genre de moufles. R, poulie de renvoi de tirage.

Fig. 17. Moufles à l'usage de la marine : A et B, vus de face et de côté. C et D, autres moufles garnis des cordes qui servent à les adapter aux cordages ou aux vergues d'un vaisseau.

Fig. 18. Autre espèce de moufles : A, face; B, profil. *Fig.* 19. Autre combinaison pour lever les grands fardeaux au moyen de poulies graduées de dimension.—*Fig.* 20 et 21. Moufles en fer forgé, dont les galets ou roulettes sont en cuivre : A, moufle inférieur auquel s'attache le fardeau; B, moufle supérieur fixé à la poutre C par un boulon à écrou.

Fig. 22. *Poulie* simple : A, vue de face, armée de sa chape; B, vue de côté; C, poulie vue en coupe, et D, vue de côté. La partie R est coupée en crémaillère, et la partie S est cannelée. Cette disposition tend à empêcher la corde ou la chaîne de glisser dans la rainure X.

Fig. 23. Élévation d'une *vis* à tête ronde : A, le pas de la vis ; Z, filets coupés anguleusement ; B est l'écrou taillé sur le modèle de la vis.

Fig. 24. Élévation d'une vis avec une tête carrée C. Les pas de la vis K sont des filets carrés ; D, écrou à filet carré ; X, la tête de la vis ronde ; Y, celle de la vis carrée.

Fig. 25. Pignon ou petite *roue d'engrenage* à cinq dents : A, face ; B, profil.—*Fig.* 26. Roues d'engrenage A en fer fondu, faisant mouvoir une lanterne à fuseaux en bois B. La *fig.* X est le profil en élévation ; A, la roue ; B, la lanterne en bois.

Fig. 27. Petite roue d'engrenage A qui fait mouvoir le pignon B. Y, profil en élévation; Z, modèle d'une dent ronde.

Fig. 28. Détail de deux roues superposées; la *fig.* X, profil des deux roues : A, roue inférieure ; B, celle superposée.

Fig. 29. Roues horizontales. La roue A fait mouvoir le pignon B ; M, profil des roues A et B.

Fig. 30. Présente un engrenage intérieur servant à faire mouvoir une partie courbe B, au moyen du pignon A. La *fig.* R donne le plan du pignon A, et B celui de la partie courbe.

Fig. 31. *Lanterne* en bois garnie de ses fuseaux : A, le plan ; B, l'élévation.

Fig. 32. *Manchon* en usage dans les manufactures pour la transmission des mouvements : A, plan du manchon ; B, élévation ; C, un bout de l'arbre garni du manchon. La *fig.* 33 est le manchon carré.—*Fig.* 34. Plan d'une de ces roues à engrenage conique qui s'exécutent ordinairement en fer fondu : A, plan ; B, élévation de la roue d'angle ; X, pignon conique ; C, le plan ; D, l'élévation du pignon.

Fig 35 et 36. Roues d'angle : A, plan ; B, élévation.

Fig. 37. Lanterne conique à fuseaux en bois : A, plan ; B, élévation.

Fig. 38. Plan A, et élévation B, d'un échappement à taquet.

PLANCHE 28.

Fig. 1re. Plan et élévation d'un *treuil* ou tambour cylindrique qu'un cheval fait tourner, et au moyen duquel on fait monter l'eau d'un puits. A est l'arbre, ou axe sur lequel est fixé le treuil B. Ce treuil est formé de petites planches assujetties haut et bas par les cercles en fer ZZ.

Fig. 2. Autre tambour en usage dans les fabriques pour faire mouvoir plusieurs objets. A, arbre après lequel est fixée la construction du tambour B, qui s'engrène dans le pignon C, fixé dans la traverse D. L'élévation Y indique la construction. A est l'arbre moteur ; B, le tambour ; C, la corde de tirage ; D, l'engrenage qui fait mouvoir le pignon E.

Fig. 3. Détail d'un va-et-vient circulaire ou mouvement alternatif. A, l'axe du mouvement où est fixé le plateau B, garni de fuseaux XX avec lesquels le pignon C engrène

dans un sens et dans l'autre. *Fig.* M, élévation vue de côté; A, cylindre en bois fixé sur l'axe; B, chaîne en fer qui s'enroule sur le cylindre; C, support; D, cercle du coursier du pignon; EE, pignons qui font mouvoir le cylindre. La *fig.* X est la vue de face du pignon; A premier moteur de la roue B d'engrenage, sur laquelle est fixé l'axe du pignon E de la *fig.* M. *Fig.* Y, vue de côté : A, pignon ; B, roue d'engrenage; C, support; D, manivelle.

Fig. 4. Détail d'un va-et-vient en ligne horizontale, applicable à toute sorte de mouvement, sur une ligne droite. *Fig.* X, plan du va-et-vient : *a*, ligne du coursier où est fixée la crémaillère *b; c*, pignon du mouvement qui fait marcher le coursier *a; dd*, supports garnis de petits cylindres en cuivre pour faciliter le mouvement; *eee*, montants servant à fixer la machine dans la construction supérieure. *Fig.* Y, élévation vue de face. Les lettres correspondent à celles du plan. *m*, la tige du mouvement du pignon; *z*, collier pour régler la variation du mouvement du pignon dans sa course. *Fig.* K, plan du collier; A, ouverture de la variation du pignon *qq; e*, montant. *Fig.* R, détail et élévation du va-et-vient. *a*, coursier; *b*, cremaillère; *c*, pignon; *m*, tige; *z*, collier de variation du pignon; *e*, montant. *Fig.* M, plan et détail du premier moteur du va-et-vient. *m*, la tige, couronnée de sa roue d'angle *a* horizontale; *b*, roue verticale; *c*, support; *d*, manivelle du mouvement. *Fig.* N, élévation. Les lettres correspondent à celles du plan. *n*, collier de variation de la tige *m*, qui est fixée dans le montant *c*. La *fig.* S donne les détails des supports *dd*, avec les petits cylindres en cuivre. *a*, coursier; *x*, petites roulettes en cuivre au-dessous du coursier. Les *fig.* K, R, S sont sur une échelle double des autres détails de ce va-et-vient.

Fig. 5. Détail d'un *cabestan* fixé en place, tournant sur un axe en fer : A, profil; B, axe en fer; C, pivot en cuivre;

D, passage d'une des barres en bois; EE, virole en fer pour éviter le déchaussement du cabestan dans son mouvement. *Fig.* X, élévation. A et B, enroulement de la corde; C, les barres en bois. La *fig.* Y donne les détails de l'axe B avec sa virole E en fer.

Fig. 6. Plan et élévation d'un cabestan portatif à double cylindre et double tirage. A, grand cylindre du tirage; B, petit cylindre; C, traverse en fer pour fixer le châssis en bois D; OO, montants; P, décharge; R, barre en bois pour faire manœuvrer le cylindre du tirage. *Fig.* S, plan.

Fig. 7. A, plan; B, élévation d'une *machine à cliquet* en usage pour lever des fardeaux, et qu'on emploie aussi pour enfoncer des pieux. B, élévation; C et D sont les détails à double échelle; plan A. — N° 1. Manivelle double à laquelle est fixé le pignon du mouvement de la roue d'engrenage. N° 2. Pivot et levier qui agit contre le pignon n° 3 pour le détacher de la roue d'engrenage n° 4, afin que le cylindre en bois n° 6 puisse échapper à volonté, et laisser tomber le mouton avec vitesse lorsqu'il s'agit d'enfoncer des pieux. Quand il ne faut que lever des fardeaux, le cliquet n° 5 arrête la roue d'engrenage à volonté.

Fig. 8. *Cric* à l'usage des tailleurs de pierres : A, profil laissant voir l'engrenage de la tige dans le pignon du moteur; B, face; C, tête du cric et de la manivelle; D, vue de côté de la partie supérieure; E, vue de côté du bas du cric; F, détail; *m*, virole d'arrêt; *n*, cliquet.

Fig. 9. Détail d'un mouvement employé dans différentes manufactures. *Fig.* X, vue de face; la roue *a* d'un volant en fer fondu; l'axe *b*, où est attaché un coude *c*, qui est fixé par la traverse *d* à la roue du volant *a*, afin que le mouvement continu soit égal à celui du premier moteur *z*. *Fig.* Y est le profil, vu de côté, avec ses supports. Les lettres correspondent à celles de la *fig.* X.

Fig. 10. Double pompe adaptée à un même tuyau d'élé-

vation. On voit seulement les deux corps de pompe foulante MN ajustés suivant le système ordinaire au tuyau fourchu R, qu'on appelle *culotte*. A est le tuyau d'élévation; les deux corps de pompe sont parallèles; un des pistons à clapet Z s'élève quand l'autre X s'abaisse; par conséquent, il y a toujours de l'eau poussée vers le haut, et jamais elle ne cesse de dégorger par le tuyau d'élévation tant que le moteur est en action. B, détail du piston.

Fig. 11. *Pompe* de Treviltick. A, corps de pompe principal; B, corps de pompe secondaire d'un moindre diamètre. Les tiges CD des pistons qui jouent dans ces corps de pompe sont réunies en EF par des traverses; le piston de la grande pompe est à soupape à clapet G; l'autre H est plein. Quand ces pistons montent, l'eau inférieure, doublement aspirée, s'élève, et le grand piston G refoule l'eau qui déjà l'a traversé; quand les pistons descendent, il faut que toute l'eau du petit corps de pompe B monte dans le grand corps de pompe A; par conséquent, l'eau doit monter sans cesse jusqu'au tuyau du versoir X.

Fig. 12 et 13. Élévation et profil d'un mouvement de rotation servant à élever l'eau de deux corps de pompe à la fois : A, manivelle; B, volant; C, tiges de pompe; D, double coude; E, corps de pompe; F, versoir; G, auge.

Fig. 14. Détail d'un balancier de pompe ordinaire.

Les *fig.* 15 et 16 sont deux systèmes de *roues hydrauliques* en bois, posées horizontalement, avec engrenage.

La portion de roue, *fig.* 15, indique que les dents A, placées sur la circonférence, font mouvoir une lanterne à fuseaux. X est un détail vu de face de la portion de la roue; A, dents de la roue; B, lanterne; C, profil de son assemblage.

Sur cette portion de roue, *fig.* 16, les dents *b* sont fixées dans le rayon *a*, de manière à faire mouvoir la lanterne *c* à fuseaux qui est placée sous la roue, lorsque, dans l'exemple

précédent, elle est à côté de la roue; *d* présente la face de la roue garnie de ses dents *b*; *e* est le profil d'assemblage.

La *fig*. 17 offre six systèmes différents de *roues hydrauliques* propres à des moulins ou autres machines. Les n°s 1 et 2 sont des détails de roues en fer fondu. A1, portion d'une roue à palettes droites; B2, *idem* à palettes inclinées; C3, à pots inclinés; D4, à ailes droites; E5, à augets; F6, à augets à pots-cuvettes. Ces quatre derniers exemples de roues s'exécutent en bois. La *fig*. X est le profil de la roue; C3, augets inclinés. La *fig*. Y indique une portion du rayon de la roue A1, avec mortaise. La *fig*. Z est le profil du croisillon, pris sur *ab*. La *fig*. K présente une portion de l'élévation de la roue A1, garnie de ses palettes. Les *fig*. M et N sont les détails des assemblages des roues en bois.

Fig. 18. Détail de la *vanne a* et *b* construite en bois. *c*, crémaillère pour lever la vanne au moyen du pignon *d*. La crémaillère pose sur les petits cylindres en cuivre *e*, et la vanne s'élève par le pignon *f*, qui fait mouvoir la roue d'engrenage *g* où est fixé l'axe du conducteur Z sur toute la longueur (voir *fig*. 20).

Fig. 19. Plan et détail du mécanisme destiné à faire lever la vanne : X, manivelle; *f*, pignon; *g*, roue d'engrenage; *z*, tige du conducteur.

Fig. 20. Plan et détail pour lever la vanne. *c*, crémaillère; *d*, pignon; *e*, petit cylindre en cuivre. Le tout est fixé sur la traverse en bois *o*.

Fig. 21. A et B sont les détails pour faire lever les pilons; *a*, cylindre où sont fixés les cames *b* servant à lever le pilon *c* par un tasseau *d*.

Fig. 22. Détails d'un *chapelet* incliné en usage pour les épuisements dans les fondations. *Fig*. X, portion du chapelet. A, busc; B, palettes fixées sur la chaîne R en fer; C, cylindre où sont fixées les dents D. Le cylindre inférieur

a un tiers de moins dans son diamètre que celui *fig.* Y, vu de profil ; V et O sont les détails de la chaîne.

Fig. 23. Chapelet anglais. *a*, la roue à dents ; *b*, la chaîne en fer. *Fig.* M, détail de la chaîne.

Fig. 24. Détails d'une *vis d'Archimède* hollandaise. A, profil à triple passage ; B, vue de face indiquant les triples passages nos 1, 2 et 3. C, manivelle. Ces vis sont en usage pour élever les eaux.



FORTIFICATION ET TOPOGRAPHIE.

(Planche 29.)

Fortification passagère (Fig. 1 à 23).

Des lignes sur le front d'un camp. On fortifie un camp, soit par des lignes continues, soit par des ouvrages isolés. On les distingue suivant leurs formes, et on les nomme *lignes à redans*, *à crémaillère*, *à tenaille* et *bastionnée.* Tous ces travaux sont construits en terre et composés d'un parapet et d'un fossé (voir *fig.* 3 et 4 pour les profils en grand).

Fig. 1. *Tracé d'une ligne à redans.* On trace une ligne à redans, en donnant 240 mètres à son côté AB, 44 aux perpendiculaires AC, BD, et 30 aux demi-gorges CE, DG, DH. Les fossés des redans AE, BG, sont d'environ 54 mètres. La courtine EG, qui les unit, est de 180 mètres. On ouvre des portes *i* de distance en distance et dans tous les endroits où on les juge nécessaires; elles sont placées sur le milieu des courtines, couvertes par une flèche ou petite lunette *mnopq*, que l'on construit en donnant 40 mètres de longueur à chacune des demi-gorges IK, IL, ce qui détermine la direction des faces MK, ML, sur lesquelles on prend 30 mètres de M en *o;* des points *n* et *o* on abaisse des perpendiculaires sur la courtine, qui forment à cette flèche les deux flancs terminés par les fossés du retranchement; on laisse aussi un passage le long du fossé. Chacun de ces passages est fermé par une barrière à claire-voie (voir la *fig.* 7). FF, ligne de feu.

Fig. 2. *Redoute carrée.* ABCD, de 40 à 50 mètres de côté. Pour les profils, voir *fig.* 4.

Fig. 3. *Plan d'une lunette ou bastion détaché.* Pour le tracé et les proportions, on les trouve *fig.* 1, où la lunette est fermée. Le plus ordinairement les flèches et les redans sont ouverts.

Fig. 4. Profils et plans, suivant ML, de la *fig.* 3. En général, il faut que le profil du fossé, c'est-à-dire ses dimensions en largeur et en profondeur, donnent une surface égale à celle du profil du parapet, ou, ce qui revient au même, que les déblais soient égaux aux remblais. LM, niveau naturel du terrain; M, le côté de l'ennemi; le volume de terre EAV est égal au déblai du fossé *ecdf*. On construit ce profil au delà de la berme, pour que le poids des terres ne porte pas sur la paroi *fd* du fossé. On nomme *ec* la *contrescarpe; ed*, le *fond du fossé; fd*, l'*escarpe*; *f*E, la *berme;* EB, le *talus extérieur* du parapet. AB se nomme la *plongée* du parapet; le point A, la *crête intérieure du parapet;* le point B, la *crête extérieure du parapet*. La hauteur du point A doit être de 25 à 28 décimètres au-dessus du terrain ML, pour que l'intérieur de l'ouvrage soit entièrement dérobé à la vue d'un homme à cheval, qu'on suppose en M. *yz*, banquette. Elle doit être d'environ 15 décimètres de largeur et à 14 décimètres du point A. A*y*, talus. Le plan *z*V se nomme *rampe* ou *talus de la banquette*. Sa base doit être double de sa hauteur pour faciliter la montée.

Le plan est projeté au-dessous du profil.

Fig. 5 et 6. *Défense des têtes de pont.* Les extrémités des ponts sont défendues en partie par des ouvrages que l'on nomme *têtes de pont;* les formes et les dimensions de ces ouvrages varient selon les divers objets qu'ils doivent remplir. On emploie ordinairement les *redans* et les lunettes déjà décrits. On emploie aussi à cet usage un ouvrage appelé *ouvrage à cornes* (fig. 5). Il est composé d'un front bastionné BD, et de deux branches AB, CD. La longueur des branches dépend de l'étendue du terrain que l'on veut en-

velopper. Le meilleur ouvrage que l'on puisse employer est une couronne ABC (fig. 6) ; elle est composée de deux fronts de fortifications. On trace la couronne ABC en prolongeant la ligne HG, passant par le milieu du pont, jusqu'à 200 mètres vers la campagne en B, et l'on coupe cette ligne, au point K, par une horizontale AC, de manière qu'à 110 ou 120 mètres de chaque côté, elle se trouve détachée de 10 ou 12 mètres en avant des bords de la rivière, en observant que les lignes AK, BK et KC soient égales entre elles, et l'on tire les lignes AB et BC, sur lesquelles on construit des fronts, en suivant les principes donnés pour la ligne ACDB de la *fig.* 24.

Fig. 7. *Barrières à claire-voie.* Elles servent à fermer les passages *i*, *fig.* 1.

Fig. 8. *Chevaux de frise.* A, vue par bout; B, élévation. Ils servent à augmenter la force des retranchements en multipliant les obstacles. On en couvre les accès. Les obstacles les plus usités sont les chevaux de frise, les files de palissades, les abattis (*fig.* 9), les lignes de trous de loup (*fig.* 10). Les eaux et les mines sont aussi employées pour la défense.

Fig. 9. *Abattis.* On les forme avec des arbres de médiocre grosseur; on ôte les menues branches, et l'on aiguise tous les rameaux à pointe vive. Ces arbres sont arrangés à côté les uns des autres, les branches entrelacées et toutes les pointes tournées du côté de l'ennemi. Pour qu'on ne puisse pas les désunir, on fixe le corps des arbres et des grosses branches avec des piquets croisés, bien enfoncés dans la terre. A, profil; B, plan.

Fig. 10. *Des trous de loup ou puits militaires.* C'est une excavation qui a la forme d'un cône tronqué renversé. Le diamètre supérieur est de 2 mètres, l'inférieur de 1 mètre, et la hauteur du puits de $1^{m},70$. Au milieu de chaque puits, on enfonce un piquet E très-pointu vers le haut. On dis-

pose les puits sur deux ou trois rangées parallèles à la contrescarpe, à la distance de 20 à 30 mètres. Les puits sont établis en quinconce, espacés de milieu en milieu de 3m,32. On détermine leur position en traçant sur le terrain des triangles équilatéraux de 7 mètres de côté. B, coupe suivant CD du plan. Elle est à échelle double du plan.

Fig. 11. *Gabions.* Paniers cylindriques sans fond, d'environ 1 mètre de hauteur et 60 centimètres de diamètre. On les remplit de terre. A, plan ; B, élévation.

Fig. 12. *Construction d'une batterie de siége.* A, plan d'une plate-forme. Elle est construite en madriers, lesquels portent sur des poutrelles ; B, plate-forme avec son affût en batterie ; C, embrasures. Elles sont revêtues avec des saucissons. D, chevalets portant les armements.

Fig. 13. Petit magasin à poudre. Il est fait avec 11 gabions, 2 poutrelles et 10 saucissons ; une double rampe donne la facilité d'y communiquer des deux côtés ; *e*, puisard servant à perdre les eaux pluviales.

Fig. 14. Coupe suivant la ligne EGH du plan.

Fig. 15. *Créneaux* composés de sacs à terre dont on construit les parapets des ouvrages, ainsi que des parallèles. A, plan ; B, élévation.

Fig. 16. Mortier sur son affût.

Fig. 17. Plan d'un affût nouveau modèle.

Fig. 18. Plan d'un affût ancien modèle.

Fig. 19. Plan d'un avant-train nouveau modèle.

Fig. 20. Plan d'un caisson nouveau modèle.

Fig. 21. Plan d'un caisson ancien modèle.

Fig. 22. Profil sur la longueur d'une tente pour 16 hommes.

Fig. 23. Figures et signes conventionnels employés dans la castramétation. A, tentes des officiers ; B, tentes des domestiques ; C, chevaux des officiers ; D, cuisines ; E, fourrages.

Fortification permanente (Fig. 24 à 26).

Fig. 24. ***Description et construction du tracé au trait des diverses parties d'une place de guerre fortifiée par des fronts simples, d'après le tracé moderne, sans extension de dehors.*** Les places de guerre sont régulières ou irrégulières, suivant la nature du terrain sur lequel elles sont assises. On les compose de fronts bastionnés. Les régulières sont celles dont la figure peut être renfermée dans un polygone régulier, dont tous les côtes AB sont égaux, de même que les angles. Le plan étant coté, on y renverra pour les dimensions. (Voir aussi *fig.* 4 pour la dimension de la banquette et de son talus.) — (Voir les profils 26 pour les noms et les détails de construction.)

AB, côté extérieur; *ab*, côté intérieur; AC, face du bastion; CD, épaulement du bastion; DE, courtine; BD, ligne de défense; A, angle flanqué; C, angle de l'épaule; D, angle de flanc; F, terre-plein; G, fossé; I, demi-lune; H, place d'armes; K, chemin couvert.

Fig. 25. ***Manière d'exprimer les diverses parties d'une place; les procédés employés, dans l'attaque des places de guerre, pour en faire le siége; les tranchées que forme l'assiégeant pour s'approcher de la place,*** etc.

La queue de la tranchée a ses extrémités du côté de la campagne. Cette tranchée se compose de trois parallèles, savoir : la première à 600 mètres, la deuxième à 300 mètres, et la troisième à 80 mètres de la place (voir la *fig.*).

MM, parties de la tranchée que l'on appelle *boyaux;* elles sont dirigées en lignes brisées; L, redoute; N, batterie de canon (voir la *fig.* 12); O, batterie de mortier; K, glacis de chemin couvert de la place; H, fossé rempli d'eau; E, demi-lune; I, place d'armes; C, bastion (voir la *fig.* 24 pour le tracé); B, parapets; ils sont en maçonnerie et entourent la

place ; D, caserne ou autres bâtiments militaires ; A, partie de la ville.

Fig. 26. Profils pris sur la ligne XY de la *fig.* 25. On a placé dans le fossé la contre-garde et la traverse qui ne sont pas exprimées sur le plan de la place.

XY, ligne de terrain naturel ; A, bastion ; B, contre-garde (elle donne le profil de la demi-lune) ; C, traverse ; D, fossé ; E, glacis ; F, banquette avec palissade ; G, mur crénelé, élevé sur le chemin couvert ; H, contrescarpe avec cordon ; I, escarpe ou revêtement ; K, cordon ; L, talus ; M, parapet ; N, rempart ; O, sol de la ville ; P, revêtement ; Q, contre-fort.

Des Cartes topographiques et des accessoires qui accompagnent les places de guerre.

27, terres labourées ; 28, vignes ; 29, prairies ; 30, marais boisés ; 31, vergers ; 32, bois ou forêt ; 33, maison de campagne, de plaisance et jardins.



DESSIN DE LA FIGURE HUMAINE.

(Planches 30, 31 et 32.)

PRÉLIMINAIRES.

Jusqu'ici l'élève ne s'est occupé que du dessin linéaire proprement dit, de celui qui s'établit, à l'aide de la règle et du compas, sur des données positives et en quelque sorte invariables. Pour le tracé de la figure humaine, l'usage n'admet pas une semblable manière d'opérer. La précision mathématique, bien qu'elle puisse être employée avec autant d'avantage pour mesurer une figure académique que pour un monument d'architecture, est remplacée par un travail d'esprit qui a pour but de donner à chacun des membres du modèle, dans la copie, les proportions que l'on reconnaît à l'original, en s'aidant, pour y arriver, de la comparaison des différentes parties du tout, en prenant tantôt l'une, tantôt l'autre de ces parties pour échelle de proportion.

Nous avons vu, à l'article des Ordres d'Architecture, que leurs dimensions respectives sont le résultat de la comparaison, la mesure moyenne d'une foule d'édifices antiques ayant entre eux des proportions différentes. Ce que les architectes ont fait pour fixer les règles fondamentales du dessin des ordres, les peintres l'ont fait, à leur tour, pour la figure humaine. Ce sont ces proportions, reconnues comme types de la perfection de la nature, que nous allons indiquer aux élèves. On comprend que ces règles ne sont point in-

variables, puisque la belle nature elle-même n'en a pas de fixes, mais elles préviendront les erreurs de l'œil du dessinateur peu expérimenté; c'est tout ce que nous devons vouloir dans cet ouvrage.

PLANCHE 30.

Avant de dessiner une tête, une académie tout entière, il faut avoir appris à connaître la forme de chacune des parties qui les composent. On commence donc par les yeux, la bouche, le nez, les oreilles, les pieds, les mains, etc., qu'on représente de profil, de trois quarts, de face, en les supposant ou droits, ou renversés en avant ou en arrière, ou vus tout à fait en raccourci. On rapproche ensuite ces parties isolées, et l'on en forme un ensemble, en se conformant aux proportions voulues par la nature et par les règles de l'art que nous allons faire connaître. Commençons par les détails.

L'œil de face se divise en trois parties égales, dont l'une détermine sa hauteur; l'œil de profil prend une et demie de ces divisions; les yeux au regard levé, ou baissé, n'ont pas de données certaines, leur plus ou moins d'inclinaison variant leurs proportions.

La longueur du nez, depuis le bas du front jusqu'au-dessous des narines, est le tiers de l'espace occupé par la face, c'est-à-dire de la racine des cheveux du front jusqu'au bas du menton. Le bout du nez a, de largeur, la longueur d'un œil; la distance du nez à la bouche est le tiers de la largeur du nez. La longueur de la bouche est une fois et demie celle d'un œil. L'oreille, qui occupe le bord intérieur de l'ovale, a la même hauteur que le nez, et se place sur la même ligne. Le menton se divise en deux parties égales, dont la ligne de séparation passe au milieu de la fossette.

La première opération du tracé d'une tête est d'en fixer

l'ovale. Cet ovale n'est pas régulier comme celui pl. 1, fig. 38, mais semblable à celui de l'œuf, c'est-à-dire parfaitement rond à l'un de ses bouts, et s'allongeant en pointe à l'autre bout. Cet ovale se divise en quatre parties égales, au moyen de trois lignes parallèles horizontales, dont l'une donne la place de la racine des cheveux du front, la seconde celle de la naissance du nez, la troisième celle du dessous du nez. Cet ovale se partage, dans sa hauteur, par une ligne perpendiculaire. On place les yeux au-dessous de la ligne où commence la naissance du nez, de manière à ce que la paupière supérieure touche à cette ligne. Entre les deux yeux, on laisse la distance d'un œil. On trouve la force à donner au cou, en descendant deux perpendiculaires de l'extrémité extérieure des sourcils jusque sur les épaules.

Lorsqu'une tête est inclinée en avant, ou en arrière, ou sur le côté, les lignes des yeux, de la bouche, etc., deviennent courbes, par l'effet de la perspective, sans cesser d'être parallèles, et les parties fuyantes, étant vues en raccourci, perdent de leur valeur graduellement, et de plus en plus, à mesure qu'elles s'éloignent du point de vue. C'est ce qu'indiquent les différents exemples gravés sur cette planche, où nous avons eu soin de tracer exactement les courbes que décrivent ces lignes, eu égard à la position plus ou moins penchée de la tête.

Les sujets gravés sur la première partie de cette planche 30 sont :

1, Œil de profil; 2, œil de face; 3, œil de face d'une tête renversée regardant le ciel; 4, œil de face, la paupière baissée; 5, nez et bouche de face; 6, nez et bouche de trois quarts, renversés en arrière; 7, nez et bouche de face, un peu tournés, vus baissés; 8, oreille d'une tête de profil; 9, oreille d'une tête de trois quarts; 10, oreille d'une tête de face; 11, profil d'un bas de tête de jeune homme barbu;

12, face de la même portion de tête; 13, tête de femme renversée, et vue d'un peu plus que de profil; 14, autre tête, vue par derrière, profil perdu; 15, fragments de tête de femme penchée en avant, vue de petit trois quarts; 16, tête de l'Amour grec, vue de trois quarts; 17, autre fragment de tête renversée en arrière, vue de petit trois quarts.

Les têtes au trait qui occupent la seconde partie de cette planche, sont :

1° Tête de face; 2° tête de profil; 3° tête de face baissée en avant; 4° tête de face penchée en arrière; 5° tête de profil penchée en avant; 6° tête de profil penchée en arrière; 7° tête de trois quarts penchée en avant; 8° tête de trois quarts penchée en arrière; 9° et 10° sont les mises en place d'une tête de face et d'une tête de profil. Ces deux dernières figures montrent comment on doit s'y prendre pour commencer un ensemble de tête. On ne doit jamais ombrer un dessin que le trait n'en ait d'abord été bien étudié et bien arrêté.

PLANCHE 31.

Nous avons réuni sur cette planche quatre têtes d'âges et de sexes différents; une main de femme vue en dessus; une main d'homme vue en dedans, un pied vu de profil, et un pied vu de face. Les quatre têtes sont copiées d'après des chefs-d'œuvre de grands maîtres : le n° 1 est une tête d'ange d'après Lebrun; le n° 2, une tête de Christ d'après Van-Dyck; le n° 3, une tête de Jupiter d'après l'antique; le n° 4, une tête de Vierge d'après Raphaël.

PLANCHE 32.

La planche précédente a fait connaître les principales divisions et subdivisions de la face humaine, en prenant le nez pour échelle de proportion. Sur celle-ci, nous indiquons les dimensions de la figure entière, en nous servant de la

tête comme mesure principale, et du nez, subdivisé en six parties, comme mesure fractionnaire.

Ce que nous avons dit à l'égard des dimensions du visage qui ne peuvent être généralisées absolument, s'applique également aux mesures des autres parties du corps, pour lesquelles il n'y a pas non plus de données invariables. On comprend que l'âge, le sexe, le tempérament, la différence des occupations habituelles amènent des variétés sensibles dans les proportions d'une figure, et que les règles déduites de l'examen d'un grand nombre de modèles n'ont d'utilité que pour l'élève inexpérimenté; l'œil, l'habitude, la réflexion, sont, pour l'artiste, des guides plus sûrs.

L'écorché, vu de dos et de face, présenté sur cette planche 32, et près duquel est l'échelle de huit têtes, dont l'une est subdivisée en quatre parties, servira à établir les dimensions les plus généralement reconnues de la figure humaine; l'élève, au moyen de cette échelle, pourra s'assurer de la relation qu'ont entre elles les parties de l'ensemble. Faite par lui-même, cette étude lui sera plus profitable que si on lui en présentait à l'avance le résultat. Nous nous abstiendrons donc de tout détail minutieux; nous ferons remarquer seulement qu'il existe une autre méthode que celle des huit têtes pour mesurer une figure entière : c'est de renfermer la stature dans un carré parfait, c'est-à-dire de faire en sorte que les extrémités de la croix, formée par les bras ouverts d'une figure debout, touchent aux quatre côtés d'un carré. On donne aussi au torse, depuis les clavicules jusqu'au génitoire, la même longueur que de l'os des iles, formant la hanche, jusqu'à la rotule ou milieu du genou. Cette même longueur doit se retrouver encore depuis la rotule jusqu'au-dessous du talon, ainsi que nous l'indiquons sur notre gravure par les astérisques*. On saura aussi que les coudes étant appuyés sur le corps doivent toucher la naissance des hanches.

Lorsque l'élève aura bien comparé, les mesures de la figure humaine et s'en sera bien rendu compte, il ne saurait trop s'occuper de l'étude de l'écorché. On ne peut parvenir à dessiner correctement une figure académique, tant qu'on ignore les fonctions et le mécanisme des muscles qui font agir toute la machine, et qui impriment à sa surface des variations continuelles. Sans la connaissance du dessous, l'on ne peut acquérir celle du dessus. Pour faciliter cette étude, nous avons numéroté, sur nos écorchés, chaque muscle apparent à la surface du corps; nous en donnons ci-dessous le nom, en même temps que nous en faisons connaître l'usage. Afin que l'on comprenne bien la forme de chacun d'eux, nous avons eu soin de donner aux tailles de la gravure la direction même du muscle.

ÉCORCHÉ VU DE FACE.

Muscles de la tête et du cou.

1. Frontal. Il ride le front transversalement.
2. Temporal. Il élève la mâchoire inférieure.
3. Palpébral. Sert à tous les mouvements des paupières.
4. Élévateur commun. Sert à écarter les ailes du nez (ou des narines).
5. Grand zygomatique ou élévateur de la lèvre supérieure. Ce muscle concourt à tous les mouvements de la lèvre supérieure.
6. Abaisseur de l'angle des lèvres.
7. Labial. Rétrécit la bouche. Son action est faible, s'il n'est aidé des autres muscles.
8. Abaisseur de la lèvre inférieure et releveur du menton. Ces deux muscles élèvent, abaissent et font allonger transversalement la lèvre inférieure.
9. Masséter. Comme le temporal, il élève la mâchoire inférieure.
10. L'os hyoïde.
11. Sterno-mastoïdien. Il abaisse la tête en tournant la face du côté opposé au sien.

Muscles du torse.

12. Portion du trapèze.
13. Os des clavicules où s'attachent les muscles peaussiers.
14. Grand pectoral. Ce muscle est inspirateur et porte l'épaule en avant.
15. Os sternum où s'attachent les muscles de la poitrine.
16. Portion du grand dorsal.
17. Grands dentelés. Servent à l'inspiration, portent en avant l'épaule, l'abaissent.

18. Grand oblique. Redresse le torse, renversé en arrière, fait exécuter un mouvement de rotation à la poitrine.
19. Muscles droits du ventre. Fléchissent la poitrine sur le bassin.
20. Le transversal (ou petit oblique). Il porte la poitrine en bas.
21. Les pyramidaux. Ils aident les muscles droits du ventre.

Extrémités supérieures (Muscles du bras).

22. Deltoïde. Élève et abaisse le bras, le dirige en arrière et en avant.
23. Biceps........... } Ces deux muscles fléchissent obliquement l'avant-bras
24. Brachial.......... } sur le bras.
25. Coraco-brachial. Porte le bras en dedans et en avant.
26. Grand supinateur. Amène la main dans la supination, fléchit l'avant-bras sur le bras.
27. Rond pronateur. Il fait tourner l'un sur l'autre les deux os de l'avant-bras (le radius sur le cubitus).
28. Grand palmaire. Il fléchit la main et l'étend sur l'avant-bras.
29. Premier radial. Il étend la main sur l'avant-bras.
30. Extenseur du doigt indicateur.
31. Cubital antérieur. Il fléchit la main sur l'avant-bras.
32. Grand extenseur du pouce. Il étend le pouce sur le métacarpe (on nomme ainsi les cinq os placés entre le poignet et les doigts).
33. L'anneau, ou ligament annulaire antérieur du carpe (on nomme carpe les huit os formant le poignet).

Extrémités inférieures (Muscles des cuisses et des jambes).

34. Crête des os des iles ou du bassin où s'attachent les muscles transversaux et obliques.
35. Fascia-lata. Il entraîne la cuisse en dehors.
36. Triceps fémoral. Ce muscle et le droit antérieur réunis concourent à l'extension de la jambe sur la cuisse, et de la cuisse sur la jambe.
37. Grand couturier. Fléchit la jambe sur la cuisse et lui fait exécuter un mouvement de rotation en dehors.
38. Droit antérieur. Même fonction que le triceps.
39. Premier abducteur. Rapproche la cuisse de celle du côté opposé.
40. Vaste externe..... } Portion du triceps fémoral.
41. Vaste interne..... }
42. Os de la rotule où s'attachent le triceps fémoral et l'aponévrose[1] fascia-lata.
43. Biceps de la cuisse. Il fléchit la jambe sur la cuisse.
44. Tibia. Un des os de la jambe.
45. Le jambier antérieur. Fléchit le pied sur la jambe et en dirige la pointe en dedans.

1. Aponévrose, enveloppe tendineuse des muscles.

46. Péroniers latéraux. Ils étendent le pied sur la jambe et en tournent la pointe en dehors.
47. Jumeaux.
48. Portion du soléaire.
49. Extenseur des orteils. Il les étend et les porte un peu en dehors.
50. Extenseur du pouce. Fléchit le pied sur la jambe et étend la première phalange du pouce sur le métatarse.
51. Anneau ou ligament annulaire antérieur du tarse, sous lequel passent les muscles, et qui sert à les maintenir.
52. Malléole externe formée par la partie inférieure du péroné.

ÉCORCHÉ VU DE DOS.

Muscles de la tête et du cou.

53. Occipital. Ramène en arrière la peau du crâne.
54. Trapèze. Il renverse directement la tête en arrière ou de côté; il élève l'épaule.
55. Sterno-mastoïdien. Déjà décrit.

Muscles du torse.

56. Le sous-épineux. Il concourt à l'élévation du bras, conjointement avec le deltoïde.
57. Petit rond. Imprime au bras un mouvement de rotation en dehors, et s'il est élevé, le porte en arrière.
58. Grand rond. Rotateur de l'humérus (os du bras) en dedans, il applique le bras contre la poitrine.
59. Grand dorsal. Porte le bras en arrière, en l'abaissant et le faisant tourner sur son axe.
60. Oblique interne. Déjà décrit.

Extrémités supérieures (Muscles du bras).

61. Deltoïde. Déjà décrit.
62. Triceps brachial. Étend l'avant-bras sur le bras et le porte en arrière.
63. Brachial antérieur. Extenseur de l'avant-bras.
64. Coude. Formé par l'apophyse olécrâne du cubitus (un des deux os de l'avant-bras).
65. Grand supinateur. Il fléchit l'avant-bras sur le bras.
66. Extenseur commun des doigts. Il étend les trois dernières phalanges et la main sur l'avant-bras.
67. Extenseur de l'auriculaire (ou du petit doigt).
68. Tête du cubitus. Déjà décrit.
69. Cubital postérieur. Étend la main sur l'avant-bras.
70. L'anneau, ou ligament annulaire postérieur du carpe (déjà décrit).
71. Tendons du muscle extenseur des doigts.

Extrémités inférieures (Muscles des cuisses et des jambes).

72. Crête postérieure des os des iles. Déjà décrite.
73. Moyen fessier..... } Ces deux muscles retiennent le bassin en arrière, en
74. Grand fessier..... } empêchant le torse de se renverser en avant.
75. Droit interne. Fléchit la jambe sur la cuisse et la porte sur l'autre.
76. Demi-tendineux... } Ils sont rotateurs en dedans et fléchisseurs de la
77. Demi-membraneux } jambe. Dans la station, ils maintiennent le bassin dans sa rectitude.
78. Biceps fémoral. Fléchit la jambe et la fait tourner sur son axe en dehors.
79. Fascia-lata, ou tenseur de l'aponévrose crurale. Il porte la cuisse en dehors, en l'écartant de celle du côté opposé.
80. Les jumeaux...... } Ces deux muscles empêchent la jambe de se fléchir sur le pied, pour obéir à la tendance produite par le poids du corps. Ils concourent à la progression,
81. Le soléaire....... } lorsque l'on marche sur la pointe du pied, et fléchissent la jambe sur la cuisse, en portant la pointe du pied en dehors.
82. Grand péronier. Étend le pied et le porte dans la rotation en dehors.
83. Tendon d'Achille. Formé par la réunion des aponévroses des muscles soléaire et jumeaux.
84. Malléole externe. Formée par l'os péroné.
85. Malléole interne. Formée par l'os tibia.

Maintenant que nous avons fait connaître le nom et les fonctions des principaux muscles dont l'action influe sur la forme extérieure du corps, il nous reste à faire remarquer à l'élève que chacun de ces muscles a trois parties distinctes : l'une, supérieure, qui s'attache à un point fixe; l'autre inférieure, formée par un tendon; et la troisième, nommée partie moyenne ou milieu, composée de fibres charnues; que, dans l'action, la partie moyenne se contracte pour rapprocher l'une de l'autre les deux extrémités; que cette contraction du muscle, augmentant en apparence le volume de sa partie moyenne, imprime, à la surface du membre qu'il fait agir, une forme différente de celle qu'il a dans l'inaction; enfin, que cette forme est plus ou moins prononcée, selon que le mouvement est plus ou moins violent, que le sujet est homme ou femme, est âgé ou jeune, habitué ou non à des travaux pénibles. Ce mécanisme, que l'élève peut

étudier sur lui-même, lui donnera une idée des variétés infinies que le jeu des muscles doit apporter à la surface du corps.

La figure antique du Germanicus est un bel exemple des proportions de sept têtes; celle de Junon, a huit têtes : c'est la mesure donnée par les anciens aux figures drapées, afin de les rendre plus sveltes.

Il nous reste maintenant une observation à faire, c'est que toute figure, soit en action, soit en repos, a un centre de gravité qui en établit l'équilibre. Cet équilibre est simple ou composé; simple quand cette figure est debout sans se mouvoir. Alors la ligne perpendiculaire qui détermine ce centre de gravité passe entre les clavicules et descend entre les deux pieds, si la figure pose également sur les deux pieds, ou sur le milieu du pied qui porte la figure, si cette figure repose sur un seul pied. Mais l'équilibre devient composé et plus difficile à déterminer, si la figure est dans une action violente ou instantanée, c'est-à-dire si elle porte, lève, tire, ou pousse un fardeau. Les règles usitées en pareil cas n'appartiennent point à un livre élémentaire comme est celui-ci; nous ne nous sommes occupé que des moyens employés pour poser une figure d'aplomb. Les trois figures gravées sur notre planche sont de cette espèce.



ORNEMENT.

(Planches 33 et 34.)

DÉFINITION.

L'*ornement* a pour but d'embellir les formes simples, et d'en déterminer le caractère. Le choix, et l'ajustement des ornements ne sont subordonnés à aucune autre règle que celle du goût.

PLANCHE 33.

La *fig.* 1 est un trophée consacré aux beaux-arts. La lyre, la palette, la branche d'olivier, déterminent son caractère.

Fig. 2. Casque romain.

Fig. 3. Trophée militaire.

Fig. 4. Palmettes dont on orne souvent les frises et encadrements sculptés.

Fig. 5. Corne d'abondance dont l'extrémité est terminée par une tête de taureau. Auprès est une branche de chêne.

Fig. 6. Ove richement sculptée, copiée du temple de Jupiter-Tonnant, à Rome. Le plâtre de ce beau fragment antique est à la galerie d'architecture.

PLANCHE 34.

Fig. 1. Fragment d'une frise avec une rosace.

Fig. 2. Chapiteau du temple d'Antonin et de Faustine, à Rome. Pour montrer comment il faut procéder pour dessi-

ner l'ornement, trois feuilles de ce chapiteau sont diversement indiquées. Celle A indique la masse première d'une feuille dans laquelle doivent être renfermées les masses de détails de la feuille B. Les feuilles CC font voir, par les détails ponctués dans ces mêmes masses, le moyen d'arriver par degrés à dessiner ce chapiteau dans tout son ensemble. Cette manière d'opérer est applicable à tous les ornements contenus dans ces deux planches.

Fig. 3. Ornement d'angle de la frise du Panthéon français, encadrant l'inscription : *Aux grands hommes la patrie reconnaissante.*

Fig. 4. Feuille tirée de l'un des chapiteaux de l'intérieur du Panthéon, à Rome. Fragment dessiné d'après le plâtre conservé à l'École royale des Beaux-Arts.

Fig. 5. Enroulement ajusté avec une panthère.

Fig. 6. Ornement appelé *culot.*

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE.

Ch. Lahure, imprimeur du Sénat et de la Cour de Cassation,
rue de Vaugirard, 9, près de l'Odéon.

